یونٹ

2

محلول (Solutions)

5262CH02

مقاصد

اس اکائی کا مطالعہ کرنے کے بعد آپ اس قابل ہو جائیں گے کہ

- مختلف قسم کے محلولوں کی تشکیل کو بیان کر سکیں؛
- محلول کے ارتکاز کو مختلف اکائیوں میں ظاہر کر سکیں؛
- ہیزی اور راؤلٹ کے کلیہ کو بیان کر سکیں؛
- مثالی اور غیر مثالی محلولوں کے درمیان فرق کر سکیں؛
- حقیقی محلولوں کے راؤلٹ کے کلیہ سے انحراف کو بیان کر سکیں؛
- محلولوں کی مربوط خصوصیات کی تشریح کر سکیں اور ان خصوصیات کو منحل کی مولر کمیتوں سے ہم آہنگ کر سکیں؛
- محلولوں میں کچھ منحلوں کی غیر مربوط خصوصیات کی تشریح کر سکیں۔

جسم میں تقریباً سبھی اعمال کسی نہ کسی رقیق محلول میں ہی انجام پذیر ہوتے ہیں۔

عام زندگی میں ہمارا واسطہ خالص اشیاء سے کبھی کبھار ہی پڑتا ہے۔ ان میں سے زیادہ تر اشیاء ایسے آمیزہ کی شکل میں ہوتی ہیں جو دو یا دو سے زیادہ خالص اشیاء پر مشتمل ہوتا ہے۔ زندگی میں ان کی افادیت اور اہمیت ان کی ترکیب پر منحصر ہوتی ہے۔ مثلاً پیتل (تانبہ اور جستہ کا آمیزہ) کی خصوصیات جرمن سلور (کاپر، زنک اور نکل کا آمیزہ) یا کانسہ (تانبہ اور ٹن کا آمیزہ) کی خصوصیات سے بالکل مختلف ہوتی ہیں، پانی میں فلورائڈ آینوں کا (ppm: part per million)I ppm دانتوں کو خراب ہونے سے روکتا ہے جب کہ 1.5 ppm کی وجہ سے دانتوں پر داغ دھبے پڑ جاتے ہیں۔ فلورائڈ آینوں کا بہت زیادہ ارتکاز زہریلا ہو سکتا ہے (مثلاً سوڈیم فلورائڈ کا استعمال چوہے مار زہر کے طور پر کیا جاتا ہے) وریدوں کے اندر لگائے جانے والے انجکشن کو ایسے پانی میں حل کیا جاتا ہے جس میں نمک ایک مخصوص آینی ارتکاز پر گھلے ہوتے ہیں تاکہ وہ خون کے پلازمہ سے میل کھا سکیں وغیرہ وغیرہ۔

اس اکائی میں، ہم زیادہ تر رقیق محلول اور ان کی تشکیل پر ہی غور و خوض کریں گے۔ اس کے بعد محلولوں کی مربوط خصوصیات اور بخاراتی دباؤ جیسی خصوصیات کا مطالعہ کیا جائے گا۔ ابتداء میں ہم محلولوں کی اقسام پر غور کریں گے اور پھر ان مختلف متبادل پر غور کریں گے جن میں، رقیق محلول میں منحل کے ارتکاز کو ظاہر کیا جاتا ہے۔

2.1 محلولوں کی اقسام (Types of Solutions)

محلول دو یا دو سے زیادہ اجزا کا متجانس (homogeneous) آمیزہ ہے۔ متجانس آمیزہ سے ہماری مراد ہے کہ اس کی ترکیب اور خصوصیات پورے آمیزہ میں یکساں ہوتی ہیں۔ عموماً، وہ جزو جو زیادہ مقدار میں موجود ہے محلل (Solvent) کہلاتا ہے۔ محلل اس طبیعی حالت کا تعین کرتا ہے جس میں وہ محلول موجود ہے۔ محلول میں محلل کے علاوہ موجود ایک یا زیادہ اجزا منحل (Solutes) کہلاتے ہیں۔ اس اکائی میں ہم صرف بائنری محلول (یعنی دو اجزا پر مشتمل محلول) پر ہی غور کریں گے۔ یہاں ہر ایک جزو ٹھوس، رقیق یا گیس کی حالت میں ہوسکتا ہے۔ جدول 2.1 میں ان کا خلاصہ کیا گیا ہے۔

جدول **2.1** محلولوں کی اقسام

محلول کی قسم	منحل	محلل	عام مثالیں
گیس محلول	گیس	گیس	آکسیجن اور نائٹروجن گیس کا آمیزہ
	رقیق	گیس	نائٹروجن گیس میں کلوروفارم کی آمیزش
	ٹھوس	گیس	نائٹروجن گیس میں نوسادر
رقیق محلول	گیس	رقیق	پانی میں گھلی ہوئی آکسیجن
	رقیق	رقیق	پانی میں گھلا ہوا ایتھنال
	ٹھوس	رقیق	پانی میں گھلا ہوا گلوکوز
ٹھوس محلول	گیس	ٹھوس	پیلیڈیم میں ہائڈروجن کا محلول
	رقیق	ٹھوس	سوڈیم اور مرکری کا ملغم
	ٹھوس	ٹھوس	سونے میں گھلا ہوا تانبہ

2.2 محلولوں کے ارتکاز کا اظہار (Expressing Concentration of Solutions)

محلول کی ترکیب کو اس کے ارتکاز کا اظہار کرکے بیان کیا جاسکتا ہے۔ موخرالذکر کو یا تو کیفیتی (Qualitatively) یا مقداری (Quantitatively) اعتبار سے ظاہر کیا جاسکتا ہے۔ مثال کے طور پر، کیفیتی اعتبار سے ہم کہہ سکتے ہیں کہ محلول ہلکا (ڈائی لیوٹ) (یعنی منحل کی نسبتاً بہت کم مقدار) ہے یا مرتکز (یعنی منحل کی نسبتاً بہت زیادہ مقدار) ہے۔ لیکن حقیقی زندگی میں اس قسم کے بیانات سے بہت زیادہ ابہام پیدا ہوتا ہے اور اس لیے محلول کا مقداری بیان درکار ہے۔ ایسے کئی طریقے ہیں جن کے ذریعے ہم محلول کے ارتکاز کو مقداری اعتبار سے بیان کرسکتے ہیں۔

(i) **کمیت فیصدی** (w/w): محلول کے کسی جزو کی کمیت فیصدی کی تعریف اس طرح بیان کی جاسکتی ہے کہ:

$$\text{جزو کی کمیت}\% = \frac{\text{محلول میں جزو کی کمیت}}{\text{محلول کی کل کمیت}} \times 100 \qquad (2.1)$$

مثال کے طور پر اگر کسی محلول کو اس طرح بیان کیا جاتا ہے کہ کمیت کے اعتبار سے پانی میں 10% گلوکوز ہے تو اس کا مطلب یہ ہے کہ 90 گرام پانی میں 10 گرام گلوکوز گھولا گیا ہے نتیجتاً 100 گرام محلول حاصل ہوتا

ہے۔ عام طور سے انڈسٹریل کیمکل ایپلیکیشن میں ارتکاز کو بیان کرنے کے لیے کمیت فیصدی کا استعمال کیا جاتا ہے۔مثال کے طور پر صنعتی بلیچنگ محلول پانی میں سوڈیم ہائپوکلورائٹ (Sodium Hypochlorite) کی 3.62 کمیت فیصدی پر مشتمل ہوتا ہے۔

(ii) **حجم فیصدی** (v/v): حجم فیصدی کی تعریف اس طرح کی جاتی ہے کہ

$$\text{جزو کی حجم فیصدی} = \frac{\text{جزو کا حجم}}{\text{محلول کا کل حجم}} \times 100 \qquad (2.2)$$

مثال کے طور پر پانی میں 10% ایتھنال محلول کا مطلب یہ ہے کہ پانی میں 10 ml ایتھنال اس طرح گھولا گیا ہے کہ محلول کا کل حجم 100 ml ہے۔ رقیق اشیاء پر مشتمل محلول عام طور سے اس اکائی میں ظاہر کیے جاتے ہیں۔ مثال کے طور پر ایک 35% ایتھائلین گلائی کول (جو کہ ایک مانع منجمد ہے) کا (v/v) محلول کار کے انجن کو ٹھنڈا کرنے کے لیے استعمال کیا جاتا ہے۔ اس ارتکاز پر مانع منجمد (Antifreeze) پانی کے نقطہ انجماد (Freezing Point) کو 255.4K(-17.6°C) تک کم کر دیتا ہے۔

(iii) **کمیت بٹا حجم فیصدی** (w/v): ایک اور اکائی جس کا استعمال عام طور سے میڈیسن اور فارمیسی میں کیا جاتا ہے کمیت بٹا حجم فیصدی ہے۔ یہ 100 ml محلول میں گھلے ہوئے منحل کی کمیت ہے۔

(iv) **پارٹ پر ملین** (Parts per Million): جب کوئی منحل بہت قلیل مقدار میں موجود ہو تو اسے پارٹ پر ملین (ppm) میں ظاہر کرنا آسان رہتا ہے۔ اس کی تعریف اس طرح بیان کی جاتی ہے کہ:

پارٹ پر ملین =

$$= \frac{\text{جزو کے حصوں کی تعداد}}{\text{محلول کے تمام اجزاء کے حصوں کی کل تعداد}} \times 10^6 \qquad (2.3)$$

فیصدی کے معاملے کی طرح ہی پارٹ پر ملین میں ارتکاز کو کمیت ضرب کمیت، حجم ضرب حجم اور کمیت ضرب حجم کے طور پر بھی ظاہر کیا جاسکتا ہے۔ ایک لیٹر سمندر کے پانی میں (جس کا وزن 1030 g گرام ہوتا ہے) 6×10^{-3} گرام گھلی ہوئی آکسیجن (O_2) ہوتی ہے۔ اس قلیل ارتکاز 5.8g فی 10^6g (5.8ppm) سمندر کے پانی کے طور پر بھی ظاہر کیا جاسکتا ہے۔ کرہ باد یا پانی میں آلودگی کے ارتکاز کو عموماً $\mu g\ ml^{-1}$ یا ppm میں ظاہر کیا جاتا ہے۔

(v) **مول کسر** (Mole Fraction): مول کسر کے لیے عام طور سے استعمال ہونے والی علامت ہے اور کے دائیں طرف استعمال کی جانے والی زیرنوشت (Subscript) جزو کو ظاہر کرتی ہے۔ اس کی تعریف اس طرح بیان کی جاسکتی ہے کہ

جزو کے مولوں کی تعداد =

$$\frac{\text{جزو کی مول کسر}}{\text{تمام اجزاء کے مولوں کی کل تعداد}} \qquad (2.4)$$

مثال کے طور پر ایک بائنری آمیزے میں، اگر A اور B کے مولوں کی تعداد بالترتیب nA اور nB ہے تو A کی

مول کسر مندرجہ ذیل ہوگی:

$$x_A = \frac{n_A}{n_A + n_B} \qquad (2.5)$$

وہ محلول جس میں اجزا کی تعداد i ہے، ہمارے پاس ہے

$$x_i \frac{n_i}{n_1 + n_2 + ... + n_i} = \frac{n_i}{\sum n_i} \qquad (2.6)$$

یہ دکھایا جاسکتا ہے کہ کسی دیے ہوئے محلول میں تمام مول کسروں کا حاصل جمع ایک اکائی (Unity) ہوتا ہے۔

یعنی $x_1 + x_2 + ... + x_i = 1$ (2.6)

مول کسر اکائی محلول کی کچھ طبیعی خصوصیات کے مابین تعلق قائم کرنے میں بہت مفید ہے، مثلاً محلول کے ارتکاز اور بخاراتی دباؤ کے مابین تعلق قائم کرنے کے لیے اور گیسی آمیزوں سے متعلق تحسیبات کو بیان کرنے میں خاص طور سے مفید ہے۔

مثال 2.1

کمیت کے اعتبار سے $C_2H_6O_2$ کے 20% پر مشتمل محلول میں ایتھائلین گلائکول $(C_2H_6O_2)$ مول کسر کا حساب لگایئے۔

حل : مان لیجیے ہمارے پاس 100 گرام محلول ہے (محلول کی کسی بھی مقدار کو لے کر شروع کر سکتے ہیں کیونکہ یکساں نتائج حاصل ہوں گے) محلول میں 20 g ایتھائلین گلائی کول اور 80 g پانی ہوگا۔

$C_2H_6O_2$ کی مولر کمیت $= 12 \times 2 + 1 \times 6 + 16 \times 2 = 62\ g\ mol^{-1}$

$C_2H_6O_2$ کے مولوں کی تعداد $= \frac{20\ g}{62\ g\ mol^{-1}} = 0.322\ mol$

پانی کے مولوں کی تعداد $= \frac{80\ g}{18\ g\ mol^{-1}} = 4.444 mol$

$$X_{glycol} = \frac{C_2H_6O_2 \text{ کے مول}}{C_2H_6O_2 \text{ کے مول} + H_2O \text{ کے مول}}$$

$$= \frac{0.322\ mol}{0.322\ mol + 4.444\ mol}$$

$$x_{water} = \frac{4.444\ mol}{0.322\ mol + 4.444\ mol} = 0.932$$

پانی کی مول کسر اس طرح بھی معلوم کی جاسکتی ہے:

$1 - 0.068 = 0.932$

(vi) **مولاریت (Molarity):** مولاریت (M) کی تعریف اس طرح بیان کی جاسکتی ہے کہ یہ ایک لیٹر یا ایک معکب ڈیسی میٹر) محلول میں حل شدہ منحل کے مولوں کی تعداد ہوتی ہے۔

$$\text{مولاریت} = \frac{\text{منحل کے مولوں کی تعداد}}{\text{لیٹر میں محول کا حجم}} \quad (2.8)$$

مثال کے طور پر NaOH کے 0.25 mol L^{-1} (یا 0.25M) محلول کا مطلب ہے کہ ایک لیٹر (یا ایک مکعب ڈیسی میٹر) میں NaOH کے 0.25 مول گھلے ہوئے ہیں۔

مثال 2.2

450 ml محلول میں 5 گرام NaOH پر مشتمل محلول کی مولاریت معلوم کیجیے:

حل

$$\text{NaOH کے مولوں کی تعداد} = \frac{5\ g}{40\ g\ mol^{-1}} = 0.125\ mol$$

لیٹر میں محلول کا حجم $= 450\ mL / 1000\ mL\ L^{-1}$

مساوات (2.8) کا استعمال کرکے۔

$$\text{مولاریت} = \frac{0.125\ mol \times 1000\ mL\ L^{-1}}{450\ mL} = 0.278\ M$$

$= 0.278\ mol\ L^{-1}$

$= 0.278\ mol\ dm^{-3}$

(vii) **مولالیت**: مولالیت (m) کی تعریف اس طرح بیان کی جاسکتی ہے کہ یہ محلل کے ایک کلوگرام (kg) میں منحل کے مولوں کی تعداد ہے۔

$$\text{مولالیت}\ (m) = \frac{\text{منحل کے مولوں کی تعداد}}{\text{محلل کی کمیت کلوگرام میں}} \quad (2.9)$$

مثال کے طور پر، KCL کے 1.00 mol kg^{-1} (یا 1.00m) محلول کا مطلب ہے کہ KCL کا ایک مول (74.5 g) ایک کلوگرام پانی میں گھولا گیا ہے۔محلول کے ارتکاز کو ظاہر کرنے کے ہر ایک طریقہ میں کچھ اچھائیاں اور کچھ خامیاں ہیں۔کمیت فیصدی، ppm، مول کسر اور مولالیت درجۂ حرارت سے مبرّا ہیں جب کہ مولاریت درجۂ حرارت کا تفاعل ہے۔ کیونکہ حجم، درجۂ حرارت پر منحصر ہوتا ہے جب کہ کمیت نہیں۔

مثال 2.3

75 گرام بینزین میں 2.5g ایتھنائک ایسڈ (CH_3COOH) کی مولاریت معلوم کیجیے۔

حل

$C_2H_4O_2$ کی مولر کمیت $= 12 \times 2 + 1 \times 4 + 16 \times 2 = 60\ g\ mol^{-1}$

$$C_2H_4O_2\ \text{کے مولوں کی تعداد} = \frac{2.5\ g}{60\ g\ mol^{-1}} = 0.0417\ mol$$

بینزین کی کمیت (کلوگرام میں) $= 75\ g / 1000\ g\ kg^{-1} = 75 \times 10^{-3}\ kg$

$$C_2H_4O_2\ \text{کی مولالیت} = \frac{C_2H_4O_2\ \text{کے مولوں کی تعداد}}{\text{بینزین کی کمیت کلوگرام میں}} = \frac{0.0417\ mol \times 1000\ g\ kg^{-1}}{75\ g}$$

$= 0.556\ mol\ kg^{-1}$

متن پر مبنی سوالات

2.1 بینزین (C_6H_6) اور کاربن ٹیٹرا کلورائڈ (CCl_4) کی کمیت فیصدی معلوم کیجئے اگر 22 گرام بینزین کو 122 گرام کاربن ٹیٹرا کلورائڈ میں گھولا گیا ہے۔

2.2 کمیت کے اعتبار سے کاربن ٹیٹرا کلورائڈ کے 30% محلول میں بینزین کی مول کسر معلوم کیجئے۔

2.3 مندرجہ ذیل محلولوں میں ہر ایک کی مولاریت معلوم کیجئے۔ (a) 4.3 لیٹر محلول میں 30 گرام ($Co(NO_3)_2 6H_2O$) (b) 0.5 MH_2HO_4 کے 30 mL کو 500 mL تک ڈائی لیوٹ کیا گیا ہے۔

2.4 0.25 molal آبی محلول کے 2.5 کلوگرام حاصل کرنے کے لیے درکار یوریا (NH_2CONH_2) کی کمیت معلوم کیجئے۔

2.5 KI کی (a) مولالیت (b) مولاریت (c) مول کسر معلوم کیجئے اگر آبی KI کے 20% (Mass by Mass) کی کثافت $1.202\ gmL^{-1}$ ہے۔

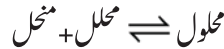
2.3 حل پذیری (Solubility)

کسی شے کی حل پذیری اس شے کی وہ زیادہ سے زیادہ مقدار ہے جو کہ محلل کی کسی مخصوص مقدار میں حل ہو سکتی ہے۔ یہ منحل اور محلل کی فطرت نیز درجہ حرارت اور دباؤ پر منحصر ہوتی ہے آیئے کسی ٹھوس یا گیس کے رقیق میں محللول پر ان عوامل کے اثرات پر غور کرتے ہیں۔

2.3.1 رقیق میں ٹھوس کی حل پذیری (Solubility of a Solid in Liquid)

ایک دیے ہوئے رقیق میں ہر ایک شے حل نہیں ہو پاتی ہے۔ سوڈیم کلورائڈ اور چینی پانی میں تیزی سے گھل جاتے ہیں جبکہ نیپتھلین (Naphthalene) اور اینتھراسین (Antrhacene) پانی میں حل نہیں ہو پاتے۔ اس کے برعکس نیپتھلین اور اینتھراسین بینزین میں تیزی سے حل ہو جاتے ہیں جبکہ سوڈیم کلورائڈ اور چینی حل نہیں ہو پاتی۔ یہ مشاہدہ کیا گیا ہے کہ قطبی منحل قطبی محلل میں حل پذیر ہیں جبکہ غیر قطبی منحل غیر قطبی محلل میں حل پذیر ہیں۔ اگر عمومی طور پر کہا جائے تو، ایک منحل کسی محلل میں حل پذیر ہے اگر دونوں میں سالمات کے درمیان بین سالماتی باہمی تعامل یکساں ہے یا ہم کہہ سکتے ہیں کہ (Like Dissolves Likes)۔

جب ایک ٹھوس منحل کو محلل میں شامل کیا جاتا ہے تو کچھ منحل حل ہو جاتا اور محلول میں اس کا ارتکاز بڑھ جاتا ہے۔ اس عمل کو تحلیل (Dissolution) کہتے ہیں۔ منحل کے کچھ ذرات محلول میں ٹھوس منحل کے ٹھوس ذرات سے ٹکراتے ہیں اور محلول سے علیحدہ ہو جاتے ہیں۔ یہ عمل قلماؤ یا کرسٹلائزیشن (Crystallisation) کہلاتا ہے۔ ایک ایسی حالت پیدا ہو جاتی ہے جہاں دونوں عمل یکساں شرح سے واقع ہونے لگتے ہیں۔ ان حالات کے تحت محلول میں جانے والے منحل کے ذرات کی تعداد محلول سے علیحدہ ہونے والے منحل کے ذرات کی تعداد مساوی ہو جاتی ہے اور ایک حرکی توازن کی حالت پیدا ہو جاتی ہے۔

منحل + محلل $\rightleftharpoons$ محلول (2.10)

اس اسٹیج پر دی ہوئی شرائط کے تحت یعنی درجہ حرارت اور دباؤ پر محلول میں منحل کا ارتکاز مستقل رہتا ہے۔ جب گیسیں رقیق محلل میں حل ہوتی ہیں تو بھی یہ عمل واقع ہوتا ہے۔ ایسے محلول جن میں اسی درجہ حرارت اور دباؤ پر منحل کی

مزید مقدار نہیں گھولی جاسکتی ہے سیر شدہ محلول (Saturated Solution) کہلاتے ہیں۔ایک غیر سیر شدہ محلول (Unsaturated Solution) وہ محلول ہے جس میں اسی درجہ حرارت اور دباؤ پر منحل کی مزید مقدار حل ہوسکتی ہے۔ وہ محلول جو کہ حرکی توازن کی حالت میں ہے اور جس میں غیر حل شدہ منحل موجود ہے سیر شدہ محلول ہے اور محلل کی دی ہوئی مقدار میں گھلے ہوئے محلول کی زیادہ سے زیادہ مقدار پر مشتمل ہوتا ہے۔اس طرح اس قسم کے محلول میں منحل کا ارتکاز ہی اس کی حل پذیری ہے۔

اس سے پہلے ہم مشاہدہ کر چکے ہیں کہ ایک شے کی دوسری شے میں حل پذیری اشیا کی نوعیت پر منحصر ہوتی ہے۔ ان تغیرات کے علاوہ دو اور پیرامیٹر یعنی درجہ حرارت اور دباؤ بھی اس واقعہ پر اثر انداز ہوتے ہیں۔

درجہ حرارت کا اثر *(Effect of Temperature)*

رقیق میں ٹھوس کی حل پذیری درجہ حرارت میں تبدیلی کی وجہ سے خاطر خواہ متاثر ہوتی ہے۔اس توازن پر غور کیجیے جسے مساوات 2.10 سے ظاہر کیا گیا ہے۔حرکی توازن کی وجہ سے اسے لے شیٹلیئر اصول (Le Cheteliers Principle) کا اتباع کرنا چاہیے۔عمومی شکل میں اگر ایک لگ بھگ سیر شدہ محلول میں تحلیل کا عمل حرارت خوار (Endothermic) $(\Delta_{sol} H > 0)$ ہے تو حل پذیری میں درجہ حرارت میں اضافہ کے ساتھ ساتھ اضافہ ہونا چاہیے اور اگر یہ عمل حرارت زا(Exothermic) $(\Delta_{sol} H < 0)$ ہے تو حل پذیر کم ہوجانی چاہیے۔ان رجحانات کا مشاہدہ تجرباتی طور پر بھی کیا جاتا ہے۔

دباؤ کا اثر *(Effect of Pressure)*

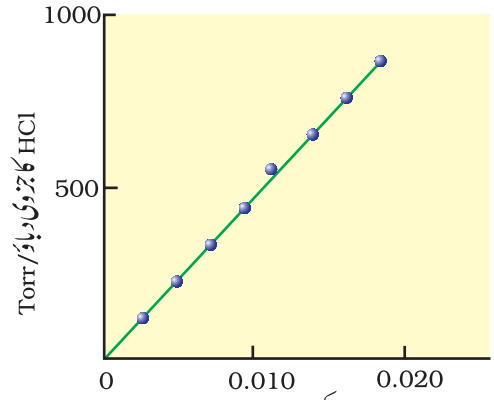
رقیق میں ٹھوس کی حل پذیری پر دباؤ کا خاطر خواہ اثر نہیں ہوتا۔اس کی وجہ یہ ہے کہ ٹھوس اور رقیق اشیا کو زیادہ دبایا نہیں جاسکتا اور عملی طور پر دباؤ میں تبدیلی آنے پر غیر متاثر رہتے ہیں۔

2.3.2 رقیق میں گیس کی حل پذیری Solubility of a Gas in a Liquid

متعدد گیسیں پانی میں گھل جاتی ہیں۔آکسیجن کی بہت کم مقدار ہی پانی میں گھل پاتی ہے۔پانی میں گھلی ہوئی آکسیجن کی وجہ سے ہی آبی زندگی برقرار رہتی ہے۔اس کے برعکس ہائڈروجن کلورائڈ گیس (HCl) پانی میں بہت زیادہ حل پذیر ہے۔رقیق میں گیسوں کی حل پذیری درجہ حرارت اور دباؤ سے بہت زیادہ متاثر ہوتی ہے۔دباؤ میں اضافہ ہونے پر گیسوں کی حل پذیری میں اضافہ ہوتا ہے۔کسی محلل میں گیس کے محلول کے لیے ایک نظام پر غور کیجیے جیسا کہ شکل 2.1(a) میں دکھایا گیا ہے۔نچلا حصہ محلول ہے اور بالائی حصہ دباؤ p اور درجہ حرارت T پر گیسی نظام ہے۔فرض کیجیے کہ یہ نظام حرکی توازن کی حالت میں ہے یعنی ان حالات میں محلول فیز میں داخل ہونے والے اور باہر نکلنے والے گیسی ذرات کی شرح یکساں ہے۔اب گیس کو ایک چھوٹے حجم میں دباتے ہوئے محلول فیز کے دباؤ میں اضافہ کیجیے۔[شکل 2.1(b)] ایسا کرنے سے محلول کے اوپر فی اکائی حجم میں گیسی ذرات کی تعداد میں اضافہ ہوگا اور ساتھ ہی ساتھ

شکل *2.1*: گیس کی حل پذیری پر دبائو کا اثر۔ حل شدہ گیس کا ارتکاز محلول کے اوپر پڑنے والے دبائو کے متناسب ھے۔

محلول میں داخل ہونے کے لیے گیسی ذرات کے محلول کی سطح سے ٹکرانے کی شرح میں بھی اضافہ ہوجاتا ہے۔ گیس کی حل پذیری میں نئے توازن کی حالت کو پہنچنے تک اضافہ ہوتا رہے گا نتیجتاً محلول کے اوپر گیس کے دباؤ میں اضافہ ہوگا اور اس طرح حل پذیری میں اضافہ ہوجائے گا۔

ہینری (Henry) وہ پہلا شخص تھا جس نے دباؤ اور محلل میں گیس کی حل پذیری کے درمیان مقداری تعلق کو پیش کیا جسے ہینری کا کلیہ (Henry's Law) کہا جاتا ہے۔ اس کلیے کے مطابق **مستقل درجہ حرارت پر رقیق میں گیس کی حل پذیری رقیق یا محلول کی سطح پر موجود گیس کے جزوی دباؤ کے سیدھے تناسب میں ہوتی ہے۔** ہینری کے زمانے میں ہی ڈالٹن نے بھی آزادانہ طور پر یہ نتیجہ اخذ کیا کہ رقیق محلول میں گیس کی حل پذیری گیس کے جزوی دباؤ (Partial Pressure) کا تفاعل ہوتی ہے۔ اگر ہم حل پذیری کی پیمائش کے طور پر **محلول میں گیس کی مول کسر کا استعمال کرتے ہیں تو یہ کہا جاسکتا ہے کہ محلول میں گیس کی مول کسر محلول کے اوپر گیس کے جزوی دباؤ کے متناسب ہوتی ہے۔** ہینری کے کلیہ کی سب سے زیادہ استعمال میں آنے والے شکل کے مطابق **بخاراتی فیز (p) میں گیس کا جزوی دباؤ محلول میں گیس کی مول کسر (x) کے متناسب ہوتا ہے۔** اور اسے مندرجہ ذیل طریقے سے ظاہر کیا جاتا ہے۔

شکل **2.2**: 2936K پر سائیکلو، ہیکسین میں HCl گیس کی حل پذیری کے تجرباتی نتائج خط کا اسلوپ ہیزی کلیہ کا مستقلہ یعنی KH ہے۔

$$p = K_H x \qquad (2.11)$$

یہاں K_H ہینری کے کلیہ کا مستقلہ ہے۔ اگر ہم گیس کے جزوی دباؤ اور محلول میں گیس کی مول کسر کے مابین گراف کھینچیں تو ہمیں شکل 2.2 میں دکھایا گیا گراف حاصل ہوگا۔

یکساں درجہ حرارت پر مختلف گیسوں کے لیے K_H کی قدر مختلف ہوتی ہے۔ (جدول 2.2) اس سے معلوم ہوتا ہے کہ K_H گیس کی نوعیت کا تفاعل ہے۔ مساوات (2.11) سے یہ ظاہر ہوتا ہے کہ دیے ہوئے دباؤ پر K_H کی قدر جتنی زیادہ ہوگی رقیق میں گیس کی حل پذیری اتنی ہی کم ہوگی۔ جدول 2.2 سے یہ دیکھا جاسکتا ہے کہ درجہ حرارت میں اضافہ کے ساتھ ساتھ N_2 اور O_2 دونوں کی K_H میں اضافہ ہوتا ہے جس سے ظاہر ہے کہ درجہ حرارت میں کمی واقع ہونے پر گیس کی حل پذیری میں اضافہ ہوتا ہے۔ اسی وجہ سے آبی انواع گرم پانی کے مقابلے ٹھنڈے پانی میں زیادہ آسانی محسوس کرتی ہیں۔

جدول **2.2** پانی میں کچھ چنندہ گیسوں کے لیے ہینری کے کلیہ مستقلہ کی قدریں

گیس	درجہ حرارت /K	K_H/kbar	گیس	درجہ حرارت /K	K_H/kbar
He	293	144.97	آرگن	298	40.3
H_2	293	69.16	CO_2	298	1.67
N_2	293	76.48	فارملڈ یہائڈ	298	1.83×10^{-5}
N_2	303	88.84	میتھین	298	0.413
O_2	293	34.86	ونائل کلورائڈ	298	0.611
O_2	303	46.82			

مثال 2.4

اگر 293k پر پانی سے N_2 گیس گذاری جائے تو 1 لیٹر پانی میں N_2 گیس کے کتنے ملی مول گھلے ہوئے ہوں گے۔ فرض کیجئے کہ N_2 کے ذریعہ ڈالا گیا جزوی دباؤ 0.987bar ہے۔ 293k پر N_2 کے لیے ہینری کے کلیہ کا مستقلہ 76.48 kbar ہے۔

حل

گیس کی حل پذیری آبی محلول میں مول کسر سے تعلق رکھتی ہے۔ محلول میں گیس کی مول کسر ہینری کے کلیہ کا استعمال کر کے معلوم کی جاتی ہے۔ اس طرح

$$x(\text{نائٹروجن}) = \frac{p}{K_H} = \frac{0.987\ \text{bar}}{76.480\ \text{bar}} = 1.29\times10^{-5}$$

کیونکہ 1 لیٹر پانی میں اس کے 55.5 مول ہوتے ہیں اس لیے اگر n محلول میں N_2 کے مولوں کی تعداد کو ظاہر کرنا ہے تو

$$x\,(\text{نائٹروجن}) = \frac{n\ \text{mol}}{n\ \text{mol} + 55.5\text{mol}} = \frac{n}{55.5} 1.29\times10^{-5}$$

(نسب نما میں n کو نظر انداز کر دیا جاتا ہے کیونکہ یہ $<< 55.5$ ہوتا ہے۔)

اس طرح

$$n = 1.29\times10^{-5}\times55.5\text{mol} = 7.16\times10^{-4}\ \text{mol}$$

$$= \frac{7.16\times10^{-4}\ \text{mol}\times1000\text{mmol}}{1\text{mol}} = 0.716\ \text{mmol}$$

انڈسٹری میں ہینری کے کلیہ کے کئی استعمال ہیں اور یہ کچھ حیاتیاتی اعمال کی تشریح بھی کرتا ہے۔ ان میں سے کچھ ذیل میں مذکور ہیں۔

- سافٹ ڈرنک اور سوڈا واٹر میں CO_2 کی حل پذیری میں اضافہ کرنے کے لیے بوتل کو اونچے دباؤ پر سیل کیا جاتا ہے۔
- اسکیوبا غوطہ خوروں کو پانی کے اندر اونچے دباؤ پر سانس لینے کے دوران پانی میں گھلی ہوئی گیسوں کے بہت زیادہ ارتکاز کا سامنا کرنا پڑتا ہے۔ بڑھا ہوا دباؤ خون میں کرہ باد کی گیسوں کی حل پذیری میں اضافہ کر دیتا ہے۔ جب غوطہ خور سطح کی طرف آتے ہیں تو دباؤ کم ہوتا جاتا ہے۔ اس کی وجہ سے گھلی ہوئی گیس خارج ہونے لگتی ہے اور خون میں نائٹروجن کے بلبلے بننے لگتے ہیں۔ اس صورت میں کیپلری بلاک ہو جاتی ہیں اور ایک طبی حالت پیدا ہو جاتی ہے جسے بینڈس (Bends) کہتے ہیں جو کہ تکلیف دہ اور زندگی کے لیے خطرناک ہوتی ہے۔ خون میں نائٹروجن کے بہت زیادہ ارتکاز کی وجہ سے پیدا ہونے والے زہریلے اثرات اور بینڈس سے بچنے کے لیے اسکیوبا غوطہ خوروں کے ذریعہ استعمال کیے جانے والے ٹینکوں میں ہوا اور ہیلیم کا آمیزہ بھرا ہوتا ہے۔ (11.7% ہیلیم، 56.2% نائٹروجن اور 32.1% آکسیجن)
- بہت زیادہ اونچائی پر آکسیجن کا جزوی دباؤ سطح زمین کے مقابلے میں کم ہوتا ہے۔ اس کی وجہ سے پہاڑوں پر چڑھنے والے افراد (Climbers) اور زیادہ اونچائی پر رہنے والے لوگوں کے خون بافتوں میں آکسیجن کا ارتکاز کم ہو جاتا ہے۔ خون میں آکسیجن کی کمی کی وجہ سے پہاڑوں پر چڑھنے والے افراد کمزور ہو جاتے ہیں اور واضح طور پر سوچنے کے قابل نہیں رہ پاتے یہ ایک ایسی حالت کی علامات ہیں جسے Anoxia کہا جاتا ہے۔

درجۂ حرارت کا اثر (Effect of Temperature)

رقیق میں گیسوں کی حل پذیری درجۂ حرارت بڑھنے پر گھٹتی ہے۔ جب گیس حل ہوتی ہے تو اس کے سالمے رقیق فیز میں موجود ہوتے ہیں اور حل پذیری کے عمل کو تکثیف کے عمل کے مساوی سمجھا جا سکتا ہے اور اس عمل میں حرارت خارج ہوتی ہے۔ پچھلے حصّہ میں ہم پڑھ چکے ہیں کہ حل پذیری کے عمل میں حرکی توازن شامل ہوتا ہے لٰہذا ہمیں لی چاٹلیئر اصول کو ماننا چاہیے۔ حل پذیری ایک حرارت زا عمل ہے، حل پذیری درجۂ حرارت بڑھنے پر گھٹنی چاہیے۔

متن پر مبنی سوالات

2.6 H_2S ایک زہریلی گیس ہے اور اس میں سڑے ہوئے انڈے جیسی بو آتی ہے۔ اس گیس کا استعمال کیفیتی تجزیہ (Qualitative Analysis) میں کیا جاتا ہے۔ اگر STP پر پانی میں H_2S کی حل پذیری 0.195m ہے تو ہینری کے کلیہ کا مستقلہ معلوم کیجیے۔

2.7 298K پر پانی میں CO_2 کے لیے ہینری کے کلیہ کا مستقلہ 1.67×10^8 Pa ہے۔ 500mL سوڈا واٹر میں CO_2 کی مقدار معلوم کیجیے جبکہ اسے 298K پر CO_2 2.5 atm دباؤ پر سیل کیا جاتا ہے۔

2.4 رقیق محلولوں کا بخاراتی دباؤ (Vapour Pressure of Liquid Solution)

رقیق محلول اس وقت تشکیل پاتے ہیں جب محلل رقیق ہوتا ہے۔ محُل ٹھوس رقیق یا گیس ہو سکتا ہے۔ رقیق میں گیسوں کے محلولوں پر سیکشن 2.3.2 میں پہلے ہی بحث ہو چکی ہے۔ اس سیکشن میں ہم رقیق میں ٹھوس یا رقیق کے محلولوں پر بحث کریں گے۔ اس قسم کے محلولوں میں ایک یا زیادہ طیران پذیر اجزا ہوتے ہیں۔ عام طور سے رقیق محلل (Solvent) طیران پذیر (Volatile) ہوتا ہے۔ محُل (Solute) طیران پذیر ہو بھی سکتا ہے اور نہیں بھی۔ ہم صرف بائنری محلولوں کی خصوصیات سے بحث کریں گے یعنی وہ محلول جو دو اجزاء پر مشتمل ہوتے ہیں جیسے (i) رقیق میں رقیق اور (ii) رقیق میں ٹھوس کا محلول۔

2.4.1 رقیق میں رقیق کے محلول کا بخاراتی دباؤ (Vapour Pressure of Liquid-Liquid Solutions)

آیئے دو طیران پذیر رقیق اشیا کے بائنری محلول پر غور کرتے ہیں اور دونوں اجزاء کو 1 اور 2 سے ظاہر کرتے ہیں۔ جب انھیں ایک بند برتن میں لیا جاتا ہے تو دونوں اجزاء کی تبخیر (Evaporation) ہونے لگتی ہے اور رقیق فیز و بخاراتی فیز کے درمیان ایک توازن قائم ہو جائے گا۔ مان لیجیے اس حالت میں کل بخاراتی دباؤ p_{total} ہے نیز p_1 اور p_2 بالترتیب اجزا 1 اور 2 کے جزوی بخاراتی دباؤ ہیں۔ یہ جزوی بخاراتی دباؤ بالترتیب اجزا 1 اور 2 کی مول کسروں x_1 اور x_2 سے متعلق ہیں۔

فرانسیسی کیمیا داں فرانکوئس مارٹے راؤلٹ (1886) نے ان کے درمیان مقداری تعلق کو بتایا۔ اس تعلق کو راؤلٹ کا کلیہ (Raoult's Law) کہا جاتا ہے۔ اس کلیہ کے مطابق **طیران پذیر رقیق اشیا کے محلول کے لیے محلول میں ہر ایک جزو کا جزوی بخاراتی دباؤ اس کی مول کسر کے سیدھے تناسب میں ہوتا ہے۔**

اس طرح، جزو 1 کے لیے

$$p_1 \propto x_1$$

اور

$$p_1 = p_1^0 x_1 \quad (2.12)$$

جہاں p_1^0 یکساں درجہ حرارت پر خالص جزو 1 کا بخاراتی دباؤ ہے۔اسی طرح جزو 2 کے لیے

$$p_2 = p_2^0 x_2 \tag{2.13}$$

جہاں p_2^0 خالص جزو 2 کے بخاراتی دباؤ کو ظاہر کرتا ہے۔

ڈالٹن کے جزوی دباؤ کے کلیہ کے مطابق برتن میں محلول فیز پر کل دباؤ (p_{total}) محلول کے اجزا کے جزوی دباؤ کے حاصل جمع کے مساوی ہوتا ہے۔اسے مندرجہ ذیل طریقے سے لکھا جاتا ہے:

$$p_{total} = p_1 + p_2 \tag{2.14}$$

p_1 اور p_2 کی قدروں کو رکھنے پر ہمیں حاصل ہوتا ہے۔

$$p_{total} = x_1 p_1^0 + x_2 p_2^0$$

$$= (1 - x_2)p_1^0 + x_2 p_2^0 \tag{2.15}$$

$$= p_1^0 + (p_2^0 - p_1^0)x_2 \tag{2.16}$$

مساوات (2.16) سے مندرجہ ذیل نتائج اخذ کیے جاسکتے ہیں۔

(i) محلول کے اوپر کل بخاراتی دباؤ کسی بھی ایک جزو کی مول کسر سے متعلق ہوتا ہے۔

(ii) محلول کے اوپر کل بخاراتی دباؤ جزو 2 کی مول کسر کے ساتھ خطی اعتبار سے تبدیل ہوتا ہے۔

(iii) خالص اجزا 1 اور 2 کے بخاراتی دباؤ پر انحصار کرتے ہوئے محلول کا کل بخاراتی دباؤ جزو 1 کی مول کسر میں کمی کے ساتھ ساتھ گھٹتا ہے یا بڑھتا ہے۔

محلول کے لیے p_1 اور p_2 کا مول کسور x_1 اور x_2 کے ساتھ خطی گراف حاصل ہوتا ہے جیسا کہ شکل 2.3 میں دکھایا گیا ہے۔ یہ خطوط (I اور II) بالترتیب ان نقاط سے ہوکر گزرتے ہیں جو کہ x_1 اور x_2 اکائی کے برابر ہیں۔اسی طرح p_{total} اور x_2 کے درمیان بننے والے گراف (خط III) بھی خطی ہے (شکل 2.3) p_{total} کی کم سے کم قدر p_1^0 ہے اور زیادہ سے زیادہ قدر p_2^0 ہے، یہ مانتے ہوئے کہ جزو 1 جزو 2 کے مقابلے کم طیران پذیر ہے یعنی $p_1^0 < p_2^0$۔

شکل 2.3: درجۂ حرارت پر ایک مثالی محلول کے مول کسر اور بخاراتی دباؤ کا گراف ڈیش لائینس I اور II اجزا کے جزوی دباؤ کو ظاہر کرتی ہیں (گراف سے یہ دیکھا جاسکتا ہے کہ (p_1 اور P_2) بالترتیب r1 اور r2 کے سیدھے تناسب میں ہیں۔ کل بخاراتی دباؤ شکل میں خط III کے ذریعہ دکھایا گیا ہے۔

محلول کے ساتھ توازن کی حالت میں بخاراتی فیز کی ترکیب کا تعین اجزا کے جزوی دباؤ کے ذریعے کیا جاتا ہے۔ اگر بخاراتی فیز میں اجزا 1 اور 2 کی مول کسریں بالترتیب y_1 اور y_2 ہیں تو ڈالٹن کے جزوی دباؤ کے کلیہ کا استعمال کرتے ہوئے۔

$$p_1 = y_1 \; p_{total} \tag{2.17}$$

$$p_2 = y_2 \; p_{total} \tag{2.18}$$

عمومی شکل میں

$$p_1 = y_1 \; p_{total} \tag{2.19}$$

مثال 2.5

298K پر کلوروفارم $(CHCl_3)$ اور ڈائی کلورومیتھین (CH_2Cl_2) کے بخاراتی دباؤ بالترتیب 20 mm Hg اور 415 mm Hg ہیں۔ (i) 25.5 گرام $CHCl_3$ اور 40 گرام CH_2Cl_2 کی 298K پر آمیزش کر کے بنائے گئے محلول کا بخاراتی دباؤ معلوم کیجئے۔ (ii) بخاراتی فیز میں ہر ایک جزو کی مول کسریں۔

حل

(i) CH_2Cl_2 کی مولر کمیت $= 12 \times 1 + 1 \times 2 + 35.5 \times 2 = 85 \text{ g mol}^{-1}$

$CHCl_3$ کی مولر کمیت $= 12 \times 1 + 1 \times 1 + 35.5 \times 3 = 119.5 \text{ g mol}^{-1}$

CH_2Cl_2 کے مولوں کی تعداد $= \dfrac{40\text{g}}{85 \text{ g mol}^{-1}} = 0.47\text{mol}$

$CHCl_3$ کے مولوں کی تعداد $= \dfrac{25.5\text{ g}}{119.5 \text{ g mol}^{-1}} = 0.213\text{mol}$

مولوں کی کل تعداد $= 0.47 + 0.213 = 0.683 \text{ mol}$

$$x_{CH_2Cl_2} = \frac{0.47 \text{ mol}}{0.683 \text{ mol}} = 0.688$$

$$x_{CHCl_2} = 1.00 - 0.688 = 0.312$$

مساوات (2.16) کا استعمال کرتے ہوئے۔

$$p_{total} = p_1^0 + (p_2^0 - p_1^0)x_2 = 200 + (415 - 200) \times 0.688$$

$$= 200 + 147.9 = 347.9 \text{ mm Hg}$$

(ii) تعلق (2.19) $y_i = p_i/p_{total}$ کا استعمال کر کے ہم گیس فیز (y_i) میں اجزا کی مول کسر معلوم کر سکتے ہیں۔

$$p_{CH_2Cl_2} = 0.688 \times 415 \text{ mm Hg} = 285.5 \text{ mm Hg}$$

$$p_{CHCl_3} = 0.312 \times 200 \text{ mm Hg} = 62.4 \text{ mm Hg}$$

$$y_{CH_2Cl_2} = 285.5 \times \text{mm Hg} / 347.9 \text{ mm Hg} = 0.82$$

$$y_{CHCl_3} = 62.4 \times \text{mm Hg} / 347.9 \text{ mm Hg} = 0.18$$

نوٹ: کیونکہ $CHCl_3$ کے مقابلے میں CH_2Cl_3 زیادہ طیران پذیر ہے $[p^0_{CH_2Cl_2} = 415 \text{ mm Hg}$ اور $p^0_{CHCl_3} = 200 \text{ mm Hg}]$ اور CH_2Cl_2 میں تجارتی فیز بھی زیادہ وافر (Richer) ہے $[y_{CHCl_3} = 0.18$ اور $y_{CH_2Cl_2} = 0.82]$ اس طرح یہ نتیجہ اخذ کیا جاسکتا ہے کہ توازن کی حالت میں، اس جزو کی بخاراتی فیز ہمیشہ وافر ہوگی جو کہ زیادہ طیران پذیر ہے۔

2.4.2 راؤلٹ کا کلیہ ہینری کے کلیہ کے ایک مخصوص کیس کے طور پر
Raoult's Law as a special case of Henry's Law

راؤلٹ کے کلیہ کے مطابق کسی دیے ہوئے محلول میں طیران پذیر جزو کا بخاراتی دباؤ $p_i = x_i\ p_i^0$ سے ظاہر کیا جاتا ہے۔ رقیق میں گیس کے محلول میں ایک جزو اتنا طیران پذیر ہوتا ہے کہ یہ گیس حالت میں ہوتا ہے اور ہم پہلے ہی دیکھ چکے ہیں کہ اس کی حل پذیری کو ہینری کے کلیہ کے ذریعے ظاہر کیا جاتا ہے۔ جس کے مطابق

$$p = K_H\ x$$

اگر ہم راؤلٹ کے کلیہ اور ہینری کے کلیہ کی مساوات کا موازنہ کریں تو یہ دیکھا جاسکتا ہے کہ گیس یا طیران پذیر جزو کا جزوی بخاراتی دباؤ محلول میں اس کی مول کسر کے سیدھے تناسب میں ہوتا ہے۔ صرف تناسبت کا مستقلہ K_H، p_1^0 سے مختلف ہوتا ہے۔ اس طرح راؤلٹ کا کلیہ، ہینری کے کلیہ کا ایک مخصوص کیس بن جاتا ہے جس میں K_H، p_1^0 کے مساوی ہو جاتا ہے۔

2.4.3 رقیق میں ٹھوس کے محلول کا بخاراتی دباؤ
Vapour Pressure of Solutions of Solids in Liquids

محلولوں کی ایک اور اہم جماعت ہے جس میں محلول، رقیق میں ٹھوس کے گھلنے سے بنتا ہے۔ مثال کے طور پر آیوڈین اور پانی میں سوڈیم کلورائڈ، گلوکوز، یوریا اور چینی نیز کاربن ڈائی سلفائڈ میں حل کیا گیا سلفر ان محلولوں کی چند طبیعی خصوصیات خالص محلل سے بالکل مختلف ہوتی ہیں۔ مثال کے طور پر بخاراتی دباؤ ہم گیارھویں جماعت میں اکائی 5 میں مطالعہ کر چکے ہیں کہ رقیق اشیا ایک دیے ہوئے درجۂ حرارت پر تبخیر ہو جاتی ہیں اور توازن کے حالات میں رقیق فیز پر رقیق کے بخارات کے ذریعہ ڈالا گیا دباؤ بخاراتی دباؤ کہلاتا ہے۔ (شکل (2.4(b) خالص رقیق میں مکمل سطح رقیق کے سالمات سے گھر جاتی ہے۔ اگر دیے ہوئے محلول کے محلل میں غیر طیران پذیر منحل ملایا جاتا ہے (شکل (2.4(b)) تو محلول کا بخاراتی دباؤ تنہا محلل کی وجہ سے ہوگا۔ ایک دیے ہوئے درجہ حرارت پر محلول کا یہ بخاراتی دباؤ اسی درجہ حرارت پر خالص ایک محلل کے بخاراتی دباؤ سے کم ہوتا ہے۔ محلول میں، سطح منحل اور محلل دونوں کے سالمات پر مشتمل ہوتی ہے اس کی وجہ سے محلل کے سالمات کے ذریعہ گھیری گئی سطح کی کسر کم ہو جاتی ہے۔ نتیجتاً سطح سے باہر آنے والے محلل کے سالمات نظیری طور پر کم ہو جاتے ہیں۔ اس طرح بخاراتی دباؤ بھی کم ہو جاتا ہے۔

شکل 2.4 : محلل میں منحل کی موجودگی کی وجہ سے محلل کے بخاراتی دبائو میں کمی (a)محلل کی سطح سے اس کے سالمات کی تبخیر کو ● سے ظاهر کیا گیا هے(b)محلول میں منحل کے ذرات کو ● سے ظاهر کیا گیا هے اور یه سطحی رقبه کے حصه کو گھیرتے هیں۔

محلل کے بخاراتی دباؤ میں کمی محلول میں موجود غیر طیران پذیر منحل کی مقدار پر منحصر ہوتی ہے۔ مثال کے طور پر ایک کلوگرام پانی میں 1.0mol سکروز ملانے پر پانی کے بخاراتی دباؤ میں ہونے والی کمی اسی درجہ حرارت پر پانی کی اتنی ہی مقدار میں 1.0 mol یوریا ملانے پر پیدا ہونے والے بخاراتی دباؤ کے تقریباً برابر ہوتی ہے۔

عمومی طور پر اگر کہا جائے تو راؤلٹ کے کلیہ کے مطابق، کسی بھی محلول کے لیے محلول میں ہر ایک جزو کا جزوی بخاراتی دباؤ اس کی مول کسر کے سیدھے تناسب میں ہوتا ہے۔

آیئے ایک بائنری محلول میں، محلل کو 1 سے اور منحل کو 2 سے ظاہر کرتے ہیں۔ جب منحل غیر طیران پذیر ہے۔ تو صرف محلل کے سالمات ہی بخاراتی فیز میں

موجود ہوں گے اور بخاراتی دباؤ میں تعاون کریں گے۔ مان لیجیے p_1^o محلل کا بخاراتی دباؤ ہے، x_1^o مول کسر ہے، p_1^o خالص حالت میں اس کا بخاراتی دباؤ ہے تو راؤلٹ کے کلیہ کے مطابق

$$p_1 \propto x_1$$

اور
$$p_1 = x_1 p_1^o \qquad (2.20)$$

تناسبیت کا مستقلہ خالص محلل کے بخاراتی دباؤ p_1^o کے مساوی ہے محلل کے بخاراتی دباؤ اور مول کسر کے درمیان کھینچا گیا گراف خطی ہے (شکل 2.5)۔

شکل 2.5 اگر تمام ارتکاز کے لیے محلول رائولٹ کے کلیہ کا اتباع کرتا ہے تو اس کا بخاراتی دبائو صفر سے خالص محلل کے بخاراتی دبائو تک خطی اعتبار سے تبدیل ہوگا

راؤلٹ کے کلیہ کی بنیاد پر رقیق۔ رقیق محلولوں کی درجہ بندی مثالی اور غیر مثالی محلولوں کے تحت کی جاسکتی ہے۔

2.5 مثالی اور غیر مثالی محلول (Ideal and Non-ideal Solution)

ایسے محلول جو ارتکاز کی مکمل رینج میں راؤلٹ کے کلیہ کا اتباع کرتے ہیں مثالی محلول (Ideal Solution) کہلاتے ہیں۔ مثالی محلولوں کی دو اہم خصوصیات ہوتی ہیں محلول بنانے کے لیے خالص اجزا کی آمیزش کی اینتھالپی صفر ہوتی ہے اور آمیزش کا حجم بھی صفر ہوتا ہے۔ یعنی

$$\Delta_{mix}V = 0 \qquad \Delta_{mix}H = 0 \qquad (2.21)$$

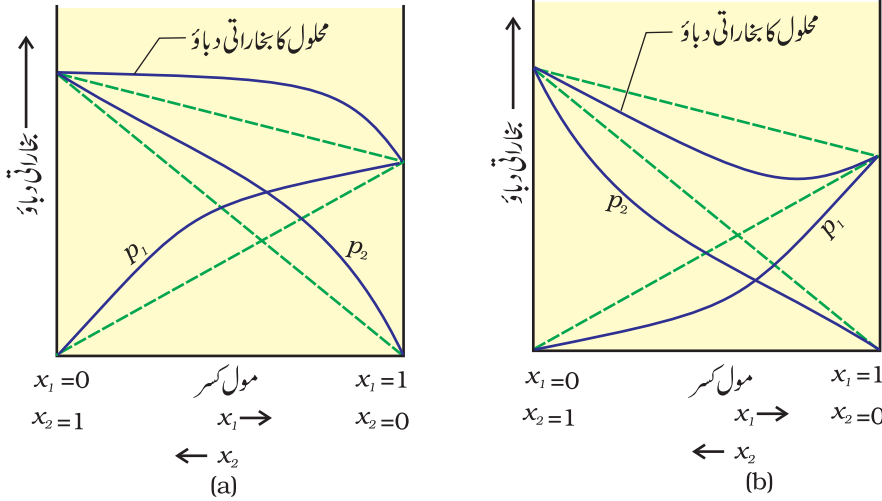
2.5.1 مثالی محلول (Ideal Solution)

اس کا مطلب ہے کہ جب اجزا کی آمیزش کی جاتی ہے تو حرارت نہ تو خارج ہوتی ہے اور نہ ہی جذب ہوتی ہے۔ مزید یہ کہ محلول کا حجم دونوں اجزا کے حجموں کے حاصل جمع کے مساوی ہوتا ہے۔ سالماتی سطح پر محلولوں کا مثالی طرزعمل کی وضاحت دو اجزا A اور B پر غور کر کے کی جاسکتی ہے۔ خالص اجزا میں سالمات کے درمیان کشش باہمی عمل A-A اور B-B قسم کے ہوں گے جبکہ بائنری محلول میں ان دونوں باہمی عملوں کے ساتھ ساتھ A-B قسم کے باہمی عمل بھی موجود ہوں گے۔ A-A اور B-B کے درمیان اگر سالمات کے مابین قوت کشش A-B کے درمیان کی قوت کشش کے تقریباً مساوی ہے تو اس کے نتیجہ میں مثالی محلول حاصل ہوگا۔ مکمل مثالی محلول شاذ و نادر ہی ہوتے ہیں لیکن کچھ محلول کا طرزعمل تقریباً مثالی ہوتا ہے۔ n-hexane اور n-heptane کا محلول، bromoethane اور chloroethane کا محلول بینزین اور ٹولیئین (Tolune) کا محلول اسی قسم کے محلولوں کی مثالیں ہیں۔

2.5.2 غیر مثالی محلول (Non-ideal Solution)

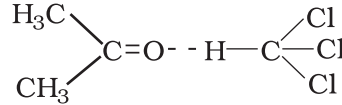
جب کوئی محلول ارتکاز کی مکمل رینج میں راؤلٹ کے کلیہ کا اتباع نہیں کرتا تو وہ غیر مثالی محلول کہلاتا ہے۔ اس قسم کے محلول کا بخاراتی دباؤ اس بخاراتی دباؤ سے یا تو کم ہوگا یا زیادہ ہوگا جس کی پیشین گوئی راؤلٹ کے کلیہ (مساوات 2.16) کے ذریعہ کی گئی ہے۔ اگر یہ زیادہ ہے تو محلول راؤلٹ کے کلیہ سے مثبت انحراف (Positive Deviation) کا اظہار کرتا ہے۔ اگر یہ کم ہے تو منفی انحراف کا اظہار کرے گا۔ اس قسم کے محلولوں کے لیے مول کسر کے طور پر بخاراتی دباؤ کا گراف شکل 2.6 میں دکھایا گیا ہے۔

ان انحراف کی وجہ سالماتی سطح پر باہمی عمل کی نوعیت ہے راؤلٹ کے کلیہ سے مثبت انحراف کے معاملہ میں A-B باہمی عمل A-A یا B-B باہمی عمل کے مقابلے کمزور ہوتے ہیں یعنی اس معاملے میں منحل محلل کے سالمات کے درمیان کشش کی قوتیں منحل اور محلل محلل سالمات کے درمیان کی قوتوں کے مقابلے میں کمزور ہوتی ہیں۔ اس کا

شکل 2.6

دواجزائی نظام کے بخاراتی دبائو تفاعل کے طورپر (a)محلول جو کہ رائولٹ کے کلیہ سے مثبت انحراف کو ظاہر کرتا ھے (b) محلول جو کہ راؤلٹ کے کلیہ سے منفی انحراف ظاہر کرتا ہے۔

مطلب ہے کہ اس قسم کے محلولوں میں A (یا B) کے سالمات خالص حالت کے مقابلے آسانی سے بھاگ نکلتے ہیں۔ اس کی وجہ سے بخاراتی دباؤ میں اضافہ ہوگا جو کہ مثبت انحراف کا سبب بنے گا۔ ایتھنال اور ایسیٹون کا آمیزہ اسی قسم کے طرزِ عمل کا اظہار کرتا ہے۔ خالص ایتھنال میں سالمات کے درمیان ہائڈروجن بانڈ (Hydrogen Bond) ہوتے ہیں۔ ایسیٹون ملانے پر اس کے سالمات میزبان سالمات کے درمیان آجاتے ہیں اور ان کے درمیان کے کچھ ہائڈروجن بند توڑ دیتے ہیں۔ باہمی عمل کے کمزور ہونے کی وجہ سے محلول راؤلٹ کے کلیہ سے مثبت انحراف کو ظاہر کرے گا۔ [شکل (a)2.6] ایسیٹون میں کاربن ڈائی سلفائڈ ملانے پر بننے والے محلول میں منحل محلل سالمات کے درمیان دو قطبی (Dipolar) باہمی عمل متعلقہ مخل۔ مخل سالمات اور محلل۔ محلل سالمات کے مقابلے میں کمزور ہوتے ہیں۔ یہ محلول ہمیشہ مثبت انحراف کو ظاہر کرتا ہے۔

راؤلٹ کے کلیہ سے منفی انحراف کے معاملے میں A-A اور B-B کے درمیان بین سالماتی قوت کشش A-B کے مقابلے کمزور ہوتی ہے۔ اس کی وجہ سے بخاراتی دباؤ کم ہو جاتا ہے جو کہ منفی انحراف کا سبب بنتا ہے۔ اس قسم کی مثال فینال اور اینیلین کا آمیزہ ہے۔ اس کیس میں فینالک پروٹان اور اور اینیلین کے نائٹروجن ایٹم پر لون پیئر (Lone pair) کے درمیان متعلقہ بین سالماتی ہائڈروجن بنڈش اسی قسم کے سالمات کے درمیان متعلقہ بین سالماتی ہائڈروجن بنڈش کے مقابلے میں مضبوط ہوتی ہے۔ اسی طرح، کلوروفارم اور ایسیٹون کا آمیزہ اسی قسم کا محلول ہے جو کہ راؤلٹ کے کلیہ سے منفی انحراف کو ظاہر کرتا ہے۔ یہ اس وجہ سے ہوتا ہے کہ کلوروفارم کا سالمہ ایسیٹون کے سالمہ کے ساتھ ہائڈروجن بانڈ بنانے کے اہل ہوتا ہے جیسا کہ دکھایا گیا ہے۔

$$(H_3C)(CH_3)C{=}O\cdots H{-}C(Cl)_3$$

اس کی وجہ سے ہر ایک جزو کے سالمات کے فرار ہونے کا رجحان کم ہوجاتا ہے۔ نتیجہ کے طور پر بخاراتی دباؤ میں کمی واقع ہوتی ہے جو کہ راؤلٹ کے کلیہ سے منفی انحراف کا سبب بنتا ہے۔ [شکل (b)2.6]

کچھ رقیق اشیا کی آمیزش کے نتیجے میں ایزیوٹراپس (Azeotropes) حاصل ہوتے ہیں جو کہ بائنری آمیزے ہیں۔ رقیق اور بخاراتی فیز میں ان کی ترکیب یکساں رہتی ہے اور یہ ایک مستقل درجہ حرارت پر ابلتے ہیں۔

2019-20

اس قسم کے معاملوں میں اجزا کو کسری کشید (Fractional Distillation) کے ذریعہ علیحدہ کر پانا ممکن نہیں ہے۔ ایزیوٹراپس دو قسم کے ہیں جو کہ **کمترین جوش ایزیوٹراپ** (Minimum Boiling Azeotrope) اور **ازحد جوش ایزیوٹراپ** (Maximum Boiling Azeotrope) کہلاتے ہیں۔ وہ محلول جو راؤلٹ کے کلیہ سے بہت زیادہ مثبت انحراف کو ظاہر کرتے ہیں وہ ایک مخصوص ترکیب پر کمترین جوش ایزیوٹراپ تشکیل دیتے ہیں۔ مثال کے طور پر ایتھنال اور پانی کے آمیزہ (چینی کی تخمیر سے حاصل ہوتا ہے) کی کسری کشید کے نتیجے میں ایک محلول حاصل ہوتا ہے جو کہ حجم کے اعتبار سے 95% ایتھنال پر مشتمل ہوتا ہے۔ ایک مرتبہ جب یہ ترکیب جسے ایزیوٹراپ ترکیب کہتے ہیں، حاصل ہو جاتی ہے تو رقیق اور بخارات کی ترکیب یکساں ہو جاتی ہے اور مزید علیحدگی نہیں ہو پاتی۔

ایسے محلول جو کہ راؤلٹ کے کلیہ سے بہت زیادہ منفی انحراف کا اظہار کرتے ہیں وہ ایک مخصوص ترکیب پر ازحد جوش ایزیوٹراپ تشکیل دیتے ہیں۔ نائٹرک ایسڈ اور پانی کا آمیزہ اسی قسم کے ایزیوٹراپ کی مثال ہے۔ اس ایزیوٹراپ کی تقریباً ترکیب ہے: کمیت کے اعتبار سے 68% نائٹرک ایسڈ اور 32% پانی نیز نقطہ جوش 393 K۔

متن پر مبنی سوالات

2.8 350K پر خالص رقیق A اور B کے بخاراتی دباؤ بالترتیب 450 اور 700 mmHg ہیں رقیق آمیزہ کی ترکیب معلوم کیجیے اگر کل بخاراتی دباؤ 600 mm Hg ہے۔ بخاراتی فیز کی ترکیب معلوم کیجیے

2.6 مربوط خصوصیات اور مولر کمیت کا تعین
Colligative Properties and Determination of Molar Mass

ہم سیکشن 2.4.3 میں مطالعہ کر چکے ہیں کہ جب طیران پذیر محلل میں غیر طیران پذیر منحل شامل کر دیا جاتا ہے تو محلول کا بخاراتی دباؤ کم ہو جاتا ہے۔ محلولوں کی ایسی کئی خصوصیات ہیں جو کہ بخاراتی دباؤ کے کم ہونے سے وابستہ ہیں۔ یہ خصوصیات ہیں: (1) محلل کے بخاراتی دباؤ میں نسبتی کمی۔ (2) محلل کے نقطہ انجماد میں انخفاض (Depression) (3) محلل کے نقطہ جوش میں اضافہ (4) محلول کا ولوجی دباؤ (Osmotic Pressure) **یہ سبھی خصوصیات منحل کے ذرات پر منحصر ہوتی ہیں ان کی نوعیت کے بلا لحاظ جو کہ محلول میں موجود کل ذرات سے متعلق ہیں۔ اس قسم کی خصوصیات مربوط خصوصیات (Colliative Properties) کہلاتی ہیں۔** (Colligative لاطینی زبان سے اخذ ہے CO کے معنی ہیں ساتھ ساتھ (Together) Ligare کے معنی میں جڑنا (To bind)) مندرجہ ذیل سیکشن میں ہم ان خصوصیات پر ایک ایک کر کے بحث کریں گے۔

2.6.1 بخاراتی دباؤ میں نسبتی تخفیف (Relative Lowering of Vapour Pressure)

ہم سیکشن 2.4.3 میں مطالعہ کر چکے ہیں کہ محلول میں محلل کا بخاراتی دباؤ خالص محلل سے کم ہوتا ہے۔ راؤلٹ نے یہ متعین کیا کہ بخاراتی دباؤ میں کمی صرف منحل کے ذرات کے ارتکاز پر منحصر ہوتی ہے اور یہ ان کی شناخت سے مبرا ہے۔ سیکشن 2.4.3 میں دی گئی مساوات (2.20) محلول کے بخاراتی دباؤ، مول کسر اور منحل کے بخاراتی دباؤ کے درمیان تعلق قائم کرتی ہے۔ یعنی

$$p_1 = x_1 \, p_1^0 \qquad (2.22)$$

منحل کے بخاراتی دباؤ میں کمی (Δp_1) ذیل میں دی گئی ہے۔

$$\Delta p_1 = p_1^0 - p_1 = p_1^0 - p_1^0 - p_1^0 x_1 \quad (2.23)$$

$$= p_1^0 (1-x_1)$$

یہ جانتے ہوئے کہ $x_2 = 1-x_1$، مساوات (2.23) مندرجہ ذیل ہوجاتی ہے۔

$$\Delta p_1 = x_2\, p_1^0 \quad (2.24)$$

متعدد غیر طیران پذیر محلولوں پر مشتمل محلول میں بخاراتی دباؤ میں کمی کا انحصار مختلف منحلوں کی مول کسر کے حاصل جمع پر ہوتا ہے۔

مساوات (2.24) کو مندرجہ ذیل طریقے سے لکھا جاسکتا ہے۔

$$\frac{\Delta p_1}{p_1^0} = \frac{p_1^0 - p_1}{p_1^0} = x_2 \quad (2.25)$$

مساوات کے بائیں جانب کی عبارت جیسا کہ پہلے مذکور ہوا **بخاراتی دباؤ میں نسبتی تخفیف کہلاتی ہے اور یہ منحل** کی مول کسر کے مساوی ہوتی ہے۔ مذکورہ بالا مساوات کو یوں لکھا جاسکتا ہے:

$$\frac{p_1^0 - p_1}{p_1^0} = \frac{n_2}{n_1 + n_2} \quad \left(\text{کیونکہ } x_2 = \frac{n_2}{n_1 + n_2}\right) \quad (2.26)$$

یہاں n_1 اور n_2 محلول میں موجود بالترتیب محلل اور منحل کے مولوں کی تعداد کو ظاہر کرتے ہیں۔ ڈائی لیوٹ محلولوں کے لیے $n_2 << n_1$، اس طرح نسب نما میں n_2 کو نظر انداز کرنے پر ہمارے پاس ہے۔

$$\frac{p_1^0 - p_1}{p_1^0} = \frac{n_2}{n_1} \quad (2.27)$$

یا

$$\frac{p_1^0 - p_1}{p_1^0} = \frac{w_2 \times M_1}{M_2 \times w_1} \quad (2.28)$$

یہاں w_1 اور w_2 بالترتیب محلل اور منحل کی کمیتیں ہیں نیز M_1 اور M_2 مولر کمیتیں ہیں۔

اگر دیگر مقداریں معلوم ہیں تو اس مساوات (2.28) کا استعمال کرکے منحل کی مولر کمیت M_2 معلوم کی جاسکتی ہے۔

مثال 2.6

ایک مخصوص درجہ حرارت پر بینزین کا بخاراتی دباؤ 0.850bar ہے۔ ایک غیر طیران پذیر، غیر الیکٹرولائٹ ٹھوس جس کا وزن 0.5g ہے جب 39.0g بینزین (مولر کمیت 78 گرام فی مول) میں ملایا جاتا ہے تو محلول کا بخاراتی دباؤ 0.845 bar ہوجاتا ہے۔ ٹھوس شے کی مولر کمیت معلوم کیجیے۔

حل

معلوم مقداریں مندرجہ ذیل ہے۔

p_1^0=0.850 bar; p=0.845 bar; M_2=78 gmol^{-1}; w_2=0.5g; w_2=0.5;

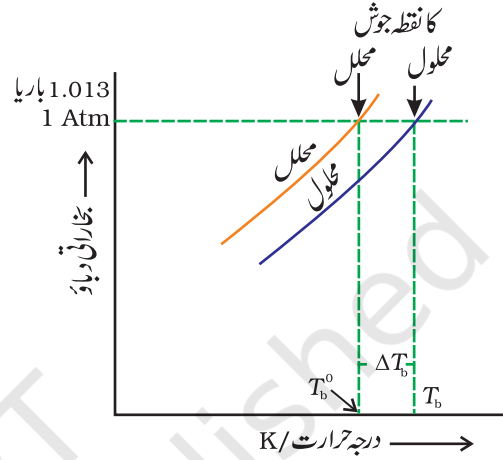
ان مقدروں کو مساوات 2.28 میں رکھنے پر، ہمیں حاصل ہوتا ہے۔

$$\frac{0.850\text{bar} - 0.845\text{bar}}{0.850\text{bar}} = \frac{0.5\text{g} \times 78 \text{ g mol}^{-}}{\text{M2} \times 39\text{g}}$$

Therefore, M_2 = 170 g mol^{-1}

2.6.2 نقطہ جوش میں اضافہ (Elevation of Boiling Point)

ہم جماعت XI میں اکائی 5 میں پڑھ چکے ہیں کہ رقیق شے کا بخاراتی دباؤ درجہ حرارت میں اضافہ کے ساتھ ساتھ بڑھتا ہے۔ یہ رقیق اس وقت ابلنے لگتا ہے جب اس کا بخاراتی دباؤ کرہ باد کے دباؤ (Atmospheric Pressure) کے مساوی ہوجاتا ہے۔ مثال کے طور پر پانی 373.15K(100°C) پر ابلتا ہے کیونکہ اس درجہ حرارت پر پانی کا بخاراتی دباؤ 1.013 bar(1 atm) ہوتا ہے۔ گذشتہ سیکشن میں ہم یہ بھی سیکھ چکے ہیں کہ محلل کا بخاراتی دباؤ غیر طیران پذیر منحل کی موجودگی میں کم ہو جاتا ہے۔ درجہ حرارت کے تفاعل کے طور پر خالص محلل اور محلول کے بخاراتی دباؤ میں تغیر کو شکل 2.7 میں ظاہر کیا گیا ہے۔ مثال کے طور پر سکروز کے آبی محلول کا بخاراتی دباؤ 373.15k پر 1.013bar سے کم ہے۔ اس محلول کو ابالنے کے لیے اس کے بخاراتی دباؤ کو 1.013 bar تک بڑھانا ہوگا۔ اس کے لیے محلول کے درجہ حرارت کو خالص محلل (پانی) کے نقطہ جوش سے زیادہ کرنا ہوگا۔ اس طرح محلول کا نقطہ جوش اس خالص محلل کے نقطہ جو سے زیادہ ہوتا ہے جس میں محلول بنایا گیا ہے جیسا کہ شکل 2.7 میں دکھایا گیا ہے۔ بخاراتی دباؤ میں تخفیف کی طرح ہی نقطہ جوش میں اضافہ کا انحصار بھی منحل کے سالمات کی فطرت کے مقابلے ان کی تعداد پر ہوتا ہے۔ 1000g پانی میں 1 مول کا سکروز کا محلول 1atm دباؤ پر 373.52k پر ملتا ہے۔

شکل 2.7: محلول کے لیے بخاراتی دبائو کا خط انحنا خالص پانی کے انحنا سے نیچے آتا ھے۔ ڈائیگرام سے ظاہر ھوتا ھے کہ Dtb محلول میں محلل کے نقطہ جوش میں اضافہ کو ظاھر کرتا ھے۔

مان لیجیے T_b^0 خالص محلل کا نقطہ جوش ہے اور T_b محلول کا نقطہ جوش ہے۔ نقطہ جوش میں بڑھوتری $\Delta T_b = T_b - T_b^0$ ہے جسے نقطہ جوش میں اضافہ کہا جاتا ہے۔

تجربات یہ دکھاتے ہیں کہ ڈائی لیوٹ محلولوں کے لیے نقطہ جوش میں اضافہ (ΔT_b) محلول میں منحل کے مولل ارتکاز (Molal Concentration) کے سیدھے تناسب میں ہوتی ہے۔ اس طرح

$$\Delta T_b \propto m \tag{2.29}$$

$$\Delta T_b = K_b\, m \tag{2.30}$$

یہاں (Molality) 1 کلوگرام محلل میں گھلے ہوئے منحل کے مولوں کی تعداد ہے اور تناسبیت کا مستقلہ K_b **نقطہ جوش میں اضافہ کا مستقلہ یا مولل اضافہ کا مستقلہ (Ebullioscopic Constant)** کہلاتا ہے۔ K_b کی اکائی $K\ kg\ mol^{-1}$ ہے۔ کچھ عام محلولوں کے لیے K_b کی قدریں جدول 2.3 میں دی گئی ہیں۔ اگر M_2 مولر کمیت والے w_2 گرام منحل کو w_1 گرام محلل میں گھولا گیا ہے تو محلول کی Molality یعنی m کو مندرجہ ذیل عبارت سے ظاہر کیا جاتا ہے۔

$$m = \frac{w2 / M_2}{w_1 / 1000} = \frac{1000 \times w_2}{M_2 \times w_1} \tag{2.31}$$

Molality کی قدر کو مساوات (2.30) میں رکھنے پر ہمیں حاصل ہوتا ہے۔

(2.32) $$\Delta T_b = \frac{K_b \times 1000 \times w_2}{M_2 \times w_1}$$

(2.33) $$M_2 = \frac{1000 \times w_2 \times K_b}{\Delta T_b \times w_1}$$

اس طرح M_2 منحل کی مولرکمیت کاتعین کرنے کے لیےمحلل کی معلوم کمیت میں منحل کی معلوم کمیت لی جاتی ہے اوراس معلوم محلل کے لیے ΔT_b کاتعین تجرباتی طور پر کیا جاتا ہےجس کی T_b کی قدر معلوم ہے۔

مثال 2.7

ایک کڑھائی میں1kg پانی میں،18g گلوکوز،$C_6H_{12}O_6$ گھولا گیا ہے۔1.013 bar دباؤ پرکس درجہ حرارت پر پانی ابلنے لگے گا؟ پانی کے لیے K_b کی قدر $0.52\ K\ kg\ mol^{-1}$ ہے۔

حل

گلوکوز کے مولوں کی تعداد $= 18g/180g\ mol^{-1} = 0.1\ mol$

محلل کے کلوگرام = 1kg

گلوکوزمحلول کی مولالیت $= 0.1\ mol\ kg^{-1}$

پانی کے لیے،نقطہ جوش میں تبدیلی

$\Delta T_b = K_b \times m = 0.52K\ Kg\ mol^{-1} \times 0.1\ mol\ Kg^{-1} = 0.052\ K$

کیونکہ پانی 1.013bar دباؤ پر 373.15k پر ابلتا ہے۔لہٰذا محلول کا نقطہ جوش ہوگا

$373.15 + 0.052 = 373.202K$

مثال 2.8

بینزین کا نقطہ جوش 353.23K ہے۔ جب 90 گرام بینزین میں 1.80 گرام غیر طیران پذیر منحل گھولا جاتا ہے تو نقطہ جوش 354.11K تک بڑھ جاتا ہے۔منحل کی مولرکمیت معلوم کیجیے۔ بینزین کے لیے Kb کی قدر $2.53\ K\ kg\ mol^{-1}$ ہے۔

حل

نقطہ جوش میں اضافہ (ΔT_b) مندرجہ ذیل ہے۔

$354.11\ K - 353.23\ K = 0.88K$

ان قدروں کوعبارت (2.33) میں رکھنے پرہمیں حاصل ہوتا ہے۔

$$M_2 = \frac{2.53K\ kg\ mol^{-1} \times 1.8g \times 1000g\ Kg^{-1}}{0.88K \times 90g} = 58\ g\ mol^{-1}$$

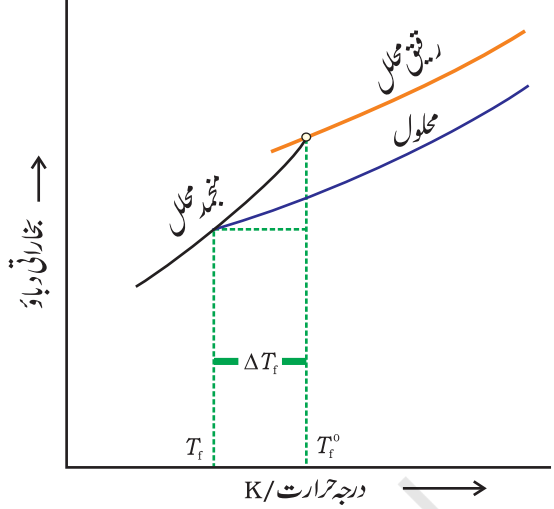
اس طرح،منحل کی مولرکمیت

$M2 = 58g\ mol^{-1}$

2.6.3 نقطہ انجماد میں تخفیف (Depression of Freezing Point)

محلول کے بخاراتی دباؤ میں ہونے والی تخفیف خالص محلل شکل 2.8 کے مقابلے نقطہ انجماد میں تخفیف کا باعث ہوتی ہے۔ہم جانتے ہیں کہ کسی شہ کے نقطہ انجماد پرٹھوس فیز،رقیق فیز کے ساتھ توازن کی حالت میں ہوتی ہے۔اس طرح کسی شے کے نقطہ انجماد کی تعریف اس طرح کی جاسکتی ہے کہ یہ وہ درجہ حرارت ہےجس پر رقیق فیز میں شے کا بخاراتی دباؤ ٹھوس فیز میں اس کے بخاراتی دباؤ کے مساوی ہوتا ہے۔ایک محلول اس وقت منجمد ہو جاتا ہے جب اس کا بخاراتی

دباؤ خالص ٹھوس محلل کے بخاراتی دباؤ کے برابر ہوجاتا ہے۔ جیسا کہ شکل 2.8 سے واضح ہے۔ راؤلٹ کے کلیہ کے مطابق جب کسی غیر طیران پذیر ٹھوس کو محلل میں ملایا جاتا ہے تو اس کا بخاراتی دباؤ کم ہو جاتا ہے۔ اور اب یہ کم درجہ حرارت پر ٹھوس محلل کے بخاراتی دباؤ کے مساوی ہوجاتا ہے۔ اس طرح محلل کا نقطہ انجماد کم ہوجاتا ہے۔

مان لیجیے T_f^0 خالص محلل کا نقطہ انجماد ہے اور جب اس میں ایک غیر طیران پذیر منحل ملا دیا جاتا ہے تو اس کا نقطہ انجماد T_f ہے۔ نقطہ انجماد میں کمی حسب ذیل ہوگی۔

$\Delta T_f = T_f^0 - T_f$ جسے نقطہ انجماد میں تخفیف کہتے ہیں۔

نقطہ جوش میں اضافہ کی طرح ہی، ڈائی لیوٹ محلول (مثالی محلول) کے لیے نقطہ انجماد میں تخفیف (ΔT_f) بھی محلول کی molality یعنی m کے سیدھے تناسب میں ہوتی ہے۔ اس طرح

$$\Delta T_f \propto m$$

یا

$$\Delta T_f = K_f m \qquad (2.34)$$

شکل **2.8**: محلول میں محلل کے نقطہ انجماد میں کمی یعنی Dtf کو ظاہر کیا گیاہے۔

تناسبیت کا مستقلہ K_f جو کہ محلل کی فطرت پر منحصر ہوتا ہے۔ **نقطہ انجماد میں تخفیف کا مستقلہ یا مولل تخفیف کا مستقلہ (Cryoscopic Constant)** کہلاتا ہے K_f کی اکائی $K\ kg\ mol^{-1}$ ہے۔ کچھ عام محللوں کے لیے K_f کی قدریں جدول 2.3 میں دی گئی ہیں۔

اگر M_2 مولر کمیت والا w_2 گرام منحل جو کہ w_1 گرام محلل میں موجود ہے اور محلل کے نقطہ انجماد میں تخفیف ΔT_f ہے تو منحل کی Molality مساوات (2.31) کے ذریعہ ظاہر کی جاتی ہے۔

$$m = \frac{w_2 / M_2}{w_1 / 1000} \qquad (2.31)$$

Molality کی اس قدر کو مساوات (2.34) میں رکھنے پر

$$\Delta T_f \frac{K_f \times w_2 / M_2}{w_1 / 1000}$$

$$\Delta T_f \frac{K_f \times w_2 \times 1000}{M_2 \times w_1} \qquad (2.35)$$

$$M_2 \frac{K_f \times w_2 \times 1000}{\Delta T_f \times w_1} \qquad (2.36)$$

اس طرح منحل کی مولر کمیت کا تعین کرنے کے لیے ہمیں ΔT_1، w_2، w_1 جیسی مقداریں معلوم ہونی چاہئیں اسی کے ساتھ ساتھ مولل نقطہ انجماد میں تخفیف کا مستقلہ بھی معلوم ہونا چاہیے۔

K_f اور K_b جن کا انحصار محلل کی نوعیت پر ہوتا ہے، کی قدریں مندرجہ ذیل تعلق کی مدد سے معلوم کی جاسکتی ہے۔

$$K_f = \frac{R \times M_1 \times T_f^2}{1000 \times \Delta_{fus} H} \quad (2.37)$$

$$K_b = \frac{R \times M_1 \times T_b^2}{1000 \times \Delta_{vab} H} \quad (2.38)$$

یہاں علامات R اور M_1 بالترتیب گیس مستقلہ اور محلل کی مولر کمیت کو ظاہر کرتی ہیں اور T_f اور T_b بالترتیب خالص محلل کے نقطہ انجماد اور نقطہ جوش (کیلون میں) میں مزید یہ کہ $\Delta_{fus}H$ اور $\Delta_{vab}H$ بالترتیب محلل کی گداخت (Fusion) اور تبخیر کی اینتھالپی ہیں۔

جدول 2.3 کچھ محلولوں کے لیے مولل نقطہ جوش میں اضافہ کا مستقلہ اور نقطہ انجماد میں تخفیف کا مستقلہ

محلل	b.p./K	Kb/K kg mol^{-1}	f.p./K	Kf/K Kg mol^{-1}
پانی	373.15	0.52	273.0	1.86
ایتھنال	351.5	1.20	155.7	1.99
سائکلوہیکسین	353.74	2.79	279.55	20.00
بینزین	353.3	2.53	278.6	5.12
کلوروفارم	334.4	3.63	209.6	4.79
کاربن ٹیٹرا کلورائڈ	350.0	5.03	250.5	31.8
کاربن ڈائی سلفائڈ	319.4	2.34	164.2	3.83
ڈائی ایتھائل ایتھر	307.8	2.02	156.9	1.79
ایسٹک ایسڈ	391.1	2.93	290.0	3.90

مثال 2.9

45 گرام ایتھائلین گلائکول ($C_2H_6O_2$) کی 600 گرام پانی میں آمیزش کی گئی ہے۔ (a) نقطہ انجماد میں تخفیف اور (b) محلول کا نقطہ انجماد معلوم کیجیے۔

حل

نقطہ انجماد میں تخفیف کا تعلق molality سے ہوتا ہے۔ لہٰذا ایتھائلین گلائکول کی نسبت سے محلول کی molality مندرجہ ذیل ہے۔ = $\frac{\text{ایتھائلین گلائکول کے مول}}{\text{پانی کی کمیت کلوگرام میں}}$

ایتھائلین گلائکول کے مولوں کی تعداد $= \frac{45g}{62g\ mol^{-1}} = 0.73mol$

پانی کی کمیت کلوگرام میں $= \frac{600g}{1000g\ kg^{-1}} = 0.6kg$

ایتھائلین گلائکول کی molality $= \frac{0.73mol}{0.60kg} = 1.2mol\ kg^{-1}$

لہٰذا نقطہ انجماد میں تخفیف

$$\Delta T_f = 1.86 \text{K kg mol}^{-1} \times 1.2 \text{ mol kg}^{-1} = 2.21\text{K}$$

آبی محلول کا نقطہ انجماد $= 273.15\text{K} - 2.2\text{K} = 270.95\text{K}$

مثال 2.10

50g بینزین میں 1.00 گرام غیر الیکٹرولائٹ منحل گھولنے پر بینزین کے نقطہ انجماد میں 0.40K کی کمی ہوجاتی ہے۔ بینزین کا نقطہ انجماد میں تخفیف کا مستقلہ $5.12 \text{ K kg mol}^{-1}$ ہے۔ منحل کی مولر کمیت معلوم کیجیے۔

حل

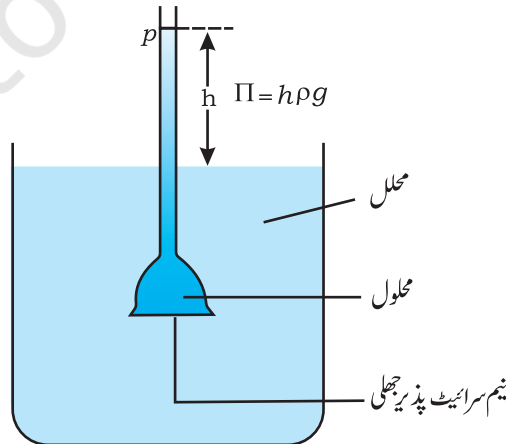
مساوات (2.36) میں ملوث مختلف ارکان کی قدروں کو رکھنے پر ہمیں حاصل ہوتا ہے

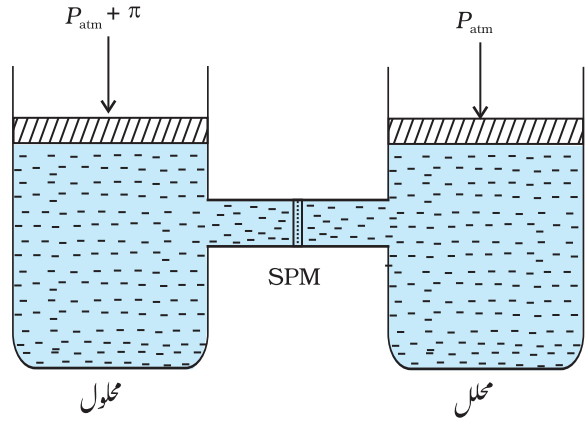
$$M_2 = \frac{5.12 \text{ K kg mol}^{-1} \times 1.00 \text{ g} \times 1000 \text{ g kg}^{-1}}{0.40 \times 50 \text{ g}} = 256 \text{ g mol}^{-1}$$

اس طرح، منحل کی مولر کمیت $= 256 \text{ g mol}^{-1}$

2.6.4 ولوج اور ولوجی دباؤ (Osmosis and Osmotic Pressure)

ایسے کئی مظاہر ہیں جن کا ہم نے اپنے گھر یا قدرتی ماحول میں مشاہدہ کیا ہے۔ مثال کے طور پر کچے آم جب برائن (نمکین پانی) میں رکھے جاتے ہیں تو یہ سکڑ جاتے ہیں، مرجھائے ہوئے پھول جب تازہ پانی میں رکھے جاتے ہیں تو ان میں تازگی آجاتی ہے۔ دموی خلیے (Blood Cells) جب نمکین پانی میں ڈبائے جاتے ہیں تو یہ پچک جاتے ہیں وغیرہ وغیرہ۔ اگر ہم ان عملوں پر غور کریں تو ہم دیکھیں گے کہ ان میں ایک چیز مشترک ہے اور وہ یہ کہ یہ سبھی اشیاء جھلیّوں سے گھری ہوئی ہیں۔ ان جھلیّوں کا ماخذ حیوانی یا نباتاتی ہوسکتا ہے اور یہ قدرتی طور پر پائی جاتی ہیں جیسے سور کا مثانہ یا پرچمنٹ (Parchment) یا تالیفی ہوسکتی ہیں جیسے سیلوفین (Cellophane) یہ جھلیاں ایک مسلسل شیٹ یا فلم کی طرح معلوم ہوتی ہیں۔ حالانکہ یہ ذیلی خوردبینی سوراخ یا مساوات کے جال پر مشتمل ہوتی ہیں۔ پانی جیسے محلل کے چھوٹے سالمات ان سوراخوں سے ہوکر گزر جاتے ہیں لیکن منحل جیسے بڑے سالمات ان سے ہوکر نہیں گزر پاتے۔ ایسی خصوصیات والی جھلیاں نیم سرائیت پذیر (Semipermeable Membranes) کہلاتی ہیں۔

یہ مانتے ہوئے کہ صرف محلل کے سالمات ہی ان نیم سرائیت پذیر جھلیوں سے ہوکر گزرتے ہیں۔ اگر اس جھلی کو محلل اور محلول کے درمیان میں رکھ دیا جائے جیسا کہ شکل 2.9 میں دکھایا گیا ہے تو محلل کے سالمات جھلی سے ہوکر خالص محلل سے محلول کی طرف بہنے لگیں گے۔ محلل کے بہاؤ کا یہ عمل ولوج (Osmosis) کہلاتا ہے توازن کی حالت کو پہنچنے تک یہ بہاؤ جاری رہتا ہے۔

شکل 2.9 : محلل کے ولوج کی وجہ سے تھل فنل میں محلول سطح میں اضافہ ہوتا ہے۔

محلل کی طرف سے نیم سرائیت پذیر جھلی سے ہوتے ہوئے محلول کی طرف محلل کے بہاؤ کو روکا جاسکتا ہے اگر محلول پر کچھ اضافی دباؤ ڈال دیا جائے۔ یہ دباؤ جو کہ محلل کے بہاؤ کو صرف روک دیتا ہے محلول کا ولوجی دباؤ (Osmotic Pressure) کہلاتا ہے۔ ڈائی لیوٹ محلول سے مرتکز محلول کی طرف نیم سرائیت پذیر جھلی سے ہوکر محلل کا بہاؤ آسموس کی وجہ سے ہی ہوتا ہے۔ یہ بات ذہن نشین کرلینی چاہیے کہ محلل کے سالمات ہمیشہ ہی محلول کے کم ارتکاز سے زیادہ ارتکاز کی طرف بہتے ہیں۔ ولوجی دباؤ کا انحصار محلول کے ارتکاز پر ہوتا ہے۔

شکل **2.10** : ولوجی دبائو کے مساوی اضافی دبائو کو محلول کی جانب لگانا چاهیے تاکہ ولوج کے عمل کو روکا جاسکے

محلول کا ولوجی دباؤ وہ اضافی دباؤ ہے جسے محلول پر آسموسس کو روکنے کے لیے استعمال کیا جاتا ہے یعنی نیم سرائیت پذیر جھلّی سے ہوکر محلول میں جانے والے محلل کے سالمات کو روکنے کے لیے۔ اسے شکل 2.10 میں دکھایا گیا ہے۔ ولوجی دباؤ ایک مربوط خصوصیت ہے کیونکہ یہ منحل کے سالمات کی تعداد پر منحصر ہوتی ہے ان کی شناخت پر نہیں۔ ڈائی لیوٹ محلولوں کے لیے، تجرباتی طور پر یہ دیکھا گیا ہے کہ کسی دیے ہوئے درجۂ حرارت T پر ولوجی دباؤ مولاریت C کے متناسب ہوتا ہے۔ لہٰذا

$$\pi = C\,R\,T \qquad (2.39)$$

یہاں π ولوجی دباؤ اور R گیس مستقلہ ہے۔

$$\pi = (n_2/V)RT \qquad (2.40)$$

یہاں V محلول کا حجم (لیٹر میں) ہے جس میں منحل کے n_2 سالمات ہیں۔ اگر محلول میں M_2 مولر کمیت والا w_2 گرام منحل موجود ہے۔ تب $n_2 = w_2/M_2$ اور ہم لکھ سکتے ہیں کہ

$$\pi\,V = \frac{w_2\,R\,T}{M_2} \qquad (2.41)$$

$$M_2 = \frac{w_2\,R\,T}{\pi\,V} \qquad (2.42)$$

اس طرح T، w_2، π اور V جیسی مقداروں کے معلوم ہونے پر ہم منحل کی مولر کمیت معلوم کر سکتے ہیں۔

ولوجی دباؤ کی پیمائش، منحل کی مولر کمیت معلوم کرنے کا ایک اور طریقہ فراہم کرتی ہے۔ یہ طریقہ پروٹین، پالیمر اور دیگر کلاں سالمات (Macromolecules) کی مولر کمیت کا تعین کرنے کے لیے وسیع پیمانے پر استعمال کیا جاتا ہے۔ ولوجی دباؤ کا طریقہ دیگر طریقوں کے مقابلے میں زیادہ مؤثر ہے کیونکہ دباؤ کی پیمائش کمرہ کے درجۂ حرارت پر ہوتی ہے اور مولالیت (molality) کے بجائے محلول کی مولاریت کا استعمال کیا جاتا ہے۔ دیگر مربوط خصوصیات کے مقابلے میں اس کی قدرت بہت زیادہ ڈائی لیوٹ محلولوں کے لیے بھی بہت زیادہ ہوتی ہے۔ منحل کی مولر کمیت کا تعین کرنے کے لیے ولوجی دباؤ کی تکنیک خاص طور سے حیاتیاتی سالمات کے لیے زیادہ مفید ہے کیونکہ یہ سالمات عام طور سے اونچے درجۂ حرارت پر مستحکم نہیں ہوتے اور پالیمر کی حل پذیری بہت کم ہوتی ہے۔

ایسے محلول جن کا ولوجی دباؤ کسی دیے ہوئے درجۂ حرارت پر یکساں ہوتا ہے آئسوٹونک محلول (Isotonic Sulutions) کہلاتے ہیں۔ جب اس قسم کے محلول ایک دوسرے سے نیم سرائیت پذیر جھلی کے ذریعے علیحدہ

ہوتے ہیں تو ان کے درمیان آسموسس کا عمل نہیں ہوتا۔ مثال کے طور پر دموی خلیہ کے اندر موجود سیال سے وابستہ ولوجی دباؤ 0.9% (حجم/کمیت) سوڈیم کلورائڈ محلول کے برابر ہوتا ہے جسے نارمل نمکین محلول کہتے ہیں اور اسے وریدوں میں انجیکٹ کرنا محفوظ رہتا ہے۔ اس کے برعکس اگر ہم خلیوں کو ایسے محلول میں رکھ دیں جس میں 0.9% (حجم/کمیت) سے زیادہ کا سوڈیم کلورائڈ موجود ہے تو پانی خلیوں سے باہر آنے لگے گا اور خلیے سکڑ جائیں گے۔ اس قسم کا محلول ہائپرٹونک (Hypertonic) کہلاتا ہے۔ اگر نک کا ارتکاز 0.9% (حجم/کمیت) سے کم ہے تو محلول ہائپوٹونک (Hypotonic) کہلاتا ہے۔ اس صورت میں پانی خلیہ کے اندر پہنچنے لگے گا اگر انہیں اس محلول میں رکھ دیا جائے۔ اور یہ خلیے پھول جائیں گے۔

مثال 2.11 پروٹین کے ایک آبی محلول کے $200\ cm^3$ میں 1.26 g پروٹین ہے۔ اس محلول کا ولوجی دباؤ 300 K پر 2.57×10^{-3} bar ہے۔ پروٹین کی مولر کمیت معلوم کیجیے۔

حل معلوم مقداریں مندرجہ ذیل ہیں

$$\pi = 2.57\times10^{-3}\ \text{bar}$$

$$V = 200\ \text{cm}^3 = 0.200\ \text{litre}$$

$$T = 300\ \text{K}$$

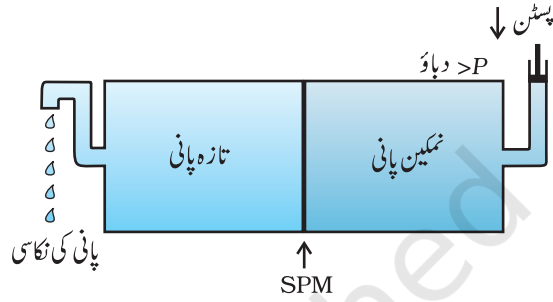
$$R = 0.083\ \text{L bar mol}^{-1}\text{K}^{-1}$$

ان قدروں کو مساوات (2.42) میں رکھنے پر ہمیں حاصل ہوتا ہے

$$M_2 = \frac{1.26\text{g}\times0.083\ \text{L bar K}^{-1}\ \text{mol}^{-1}\times300\ \text{k}}{2.57\times10^{-3}\ \text{bar}\times0.200\ \text{L}} = 61{,}022\ \text{g mol}^{-1}$$

اس سیکشن کی ابتداء میں جن مظاہر کا ذکر کیا گیا ان کی تشریح آسموسس کی بنیاد پر کی جاسکتی ہے۔ کچے آم کو نمک کے مرتکز محلول میں رکھنے پر یہ آسموسس کی وجہ سے پانی کو ضائع کردیتا ہے اور سکڑ جاتا ہے۔ مرجھائے ہوئے پھول جب تازے پانی میں رکھے جاتے ہیں تو ان میں تازگی آجاتی ہے۔ گاجر کرہ باد میں پانی ضائع کرکے جب مرجھا جاتی ہے تو اسے دوبارہ توانا کرنے کے لیے پانی میں رکھتے ہیں۔ پانی آسموسس کے نتیجے میں گاجر کے اندر پہنچنے لگے گا۔ دموی خلیوں کو اگر 0.9% (حجم/کمیت) سے کم نمک والے پانی میں رکھا جاتا ہے تو آسموسس کی وجہ سے پانی ضائع ہونے کے نتیجے میں خلیے تباہ ہوجاتے ہیں جو لوگ زیادہ نمک یا نمکین غذا کا استعمال کرتے ہیں تو آسموسس کی وجہ سے بافتوں اور خلیوں کے درمیان کی جگہوں میں پانی جمع ہوجاتا ہے۔ اس کی وجہ سے سوجن آجاتی ہے جسے اڈیما (Edema) کہتے ہیں۔ مٹی سے پودوں کی جڑوں میں پانی کی حرکت اور پھر پودے کے بالائی حصے میں پانی کی حرکت جزوی طور پر آسموسس کے نتیجے میں ہوتی ہے۔ نمک لگا کر گوشت کو محفوظ کرنا یا چینی کے محلول میں پھلوں کو محفوظ رکھنے کے طریقے میں نمک یا چینی بیکٹریا کے عمل کو روک دیتے ہیں۔ آسموسس کے عمل کے نتیجے میں نمک لگے ہوئے گوشت یا چینی کے محلول میں رکھے ہوئے پھلوں میں بیکٹریا کے خلیے سے پانی باہر آجاتا ہے اور یہ مرجاتا ہے۔

2.6.5 رجعتی ولوج اور پانی کی تخلیص (Reverse Osmosis and Water Purification)

آسموسس کی سمت کو تبدیل کیا جا سکتا ہے اگر محلول پر لگایا گیا دباؤ ولوجی دباؤ سے زیادہ ہے۔ اس صورت میں خالص محلل نیم سرائیت پذیر جھلی سے ہوتے ہوئے محلول سے باہر آ جاتا ہے۔ یہ عمل رجعتی ولوج (Reverse Osmosis) کہلاتا ہے اور اس کی عملی طور پر بڑی افادیت ہے۔ رجعتی ولوج کا استعمال سمندری پانی کے کھاری پن کو دور کرنے کے لیے کیا جاتا ہے۔ اس عمل کا سیٹ اپ شکل 2.11 میں دکھایا گیا ہے۔ جب ولوجی دباؤ سے زیادہ کا دباؤ لگایا جاتا ہے تو خالص پانی نیم سرائیت پذیر جھلی سے ہوکر سمندر کے پانی سے باہر آ جاتا ہے۔ اس مقصد کے لیے مختلف قسم کی پالیمر جھلیاں دستیاب ہیں۔

شکل **2.11:** رجعتی ولوج اس وقت ہوتا ہے جب محلول پر لگنے والا دبائو ولوجی دبائو سے زیادہ ہوتا ہے۔

رجعتی ولوج کے لیے بہت زیادہ دباؤ کی ضرورت ہوتی ہے۔ ایک کارگر مساماتی جھلی سیلیولوز ایسیٹیٹ کی بنی ہوتی ہے جسے ایک مناسب سہارے کی مدد سے رکھا جاتا ہے۔ سیلیولوز ایسیٹیٹ سے پانی سرائیت کر جاتا ہے لیکن سمندر کے پانی میں موجود ملاوٹیں اور آین اس سے ہوکر نہیں گزر پاتے۔ آج کل کئی ممالک پینے کے پانی کی اپنی ضروریات کو پورا کرنے کے لیے سمندر کے پانی کے کھاری پن کو دور کرنے والے پلانٹ کا استعمال کرتے ہیں۔

متن پر مبنی سوالات

2.9 298K پر خالص پانی کا بخاراتی دباؤ 23.8 mm Hg ہے۔ 850g پانی میں 50g یوریا (NH_2CONH_2) ملایا گیا ہے۔ اس محلول کے لیے پانی کا بخاراتی دباؤ اور اس کی نسبتی تخفیف معلوم کیجیے۔

2.10 750mm Hg پر پانی کا نقطہ جوش 99.63°C ہے۔ 500 g پانی میں کتنا سکروز ملایا جائے تاکہ یہ 100°C پر ابلنے لگے۔

2.11 75 g ایسیٹیک ایسڈ میں کتنا ایسکاربک ایسڈ (وٹامن C، $C_6H_8O_6$) گھولا جائے تاکہ اس کا نقطہ گداخت 1.5°C کم ہو جائے۔ K_f=3.9K k_f mol^{-1}-

2.12 اس محلول کا ولوجی دباؤ پاسکل میں معلوم کیجیے جسے 37°C پر 450 ml پانی میں 185.000 مولر کمیت کے 1.0g پالیمر کو گھول کر بنایا گیا ہے۔

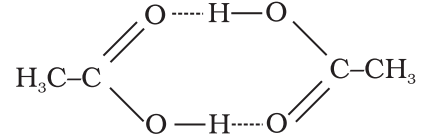
2.7 بے قاعدہ مولر کمیت (Abnormal molar mass)

ہم جانتے ہیں کہ جب آینی مرکبات کو پانی میں گھولا جاتا ہے تو یہ کیٹ آین (مثبیرہ) (Cations) اور این آین (منفیرہ) (Anion) میں تحلیل ہو جاتا ہے۔ مثال کے طور پر اگر ہم ایک مول KCL(74.5g) کو پانی میں گھولتے ہیں تو ہم یہ امید کرتے ہیں کہ محلول میں K^+ اور Cl^- کا ایک ایک مول خارج ہوگا۔ اگر ایسا ہوتا ہے تو محلول میں ذرات کے دو مول ہوں گے۔ اگر ہم آینوں کے درمیان کی قوت کشش کو نظرانداز کر دیں تو غالباً ایک کلوگرام پانی میں ایک

2019-20

مول KCl نقطہ جوش میں 20.52K یعنی 1.04K کا اضافہ کردے گا۔ اب اگر ہمیں تحلیل کی ڈگری کا علم نہیں ہے تو ہم یہ نتیجہ اخذ کریں گے کہ 2 مول ذرات کی کمیت 74.5g اور ایک مول Kcl کی کمیت 37.25g ہوگی۔ اس سے اس قاعدے کی طرف رہنمائی ہوتی ہے کہ جب منحل آینوں میں تحلیل ہوتا ہے تو تجربہ طور پر متعین کی گئی مولر کمیت کی قدر ہمیشہ حقیقی قدر سے کم ہوتی ہے۔

ایتھنائک ایسڈ ایسٹک ایسڈ کے سالمات ہائڈروجن بندش کی وجہ سے بینزین میں ڈائی میرائز (Dimerise) ہوجاتے ہیں۔ یہ ان محللوں میں عام طور سے ہوتا ہے جن کا ڈائی الیکٹرک مستقلہ (Dielectirc Constant) کم ہوتا ہے۔ اس صورت میں ذرات کی تعداد ڈائی میرائزیشن کی وجہ سے کم ہوجاتی ہے۔ سالمات کا اتحاد ذیل میں بیان کیا گیا ہے۔

$$H_3C{-}C \begin{matrix} \diagup\!\!\diagup O \cdots H{-}O \diagdown \\ \diagdown O{-}H \cdots O \diagup\!\!\diagup \end{matrix} C{-}CH_3$$

یہاں بلا شک وشبہ یہ بیان کیا جاسکتا ہے کہ اگر ایتھنائک ایسڈ کے سبھی سالمات بینزین کے ساتھ متحد ہوتے ہیں تو ایتھنائک ایسڈ کے لیے ΔT_b یا ΔT_f کی قدر عام قدر سے آدھی ہوگی۔ اس ΔT_b یا ΔT_f کی بنیاد پر تحسیب کی گئی مولر کمیت توقع سے دوگنی ہوگی۔ اس قسم کی مولر کمیت جو کہ عام قدر سے یا تو کم ہے یا پھر زیادہ، بے قاعدہ مولر کمیت (Abnormal Molar Mass) کہلاتی ہے۔

1880 میں وانٹ ہاف (Van't Hoff) نے ایک فیکٹر i کو متعارف کرایا جسے وانٹ ہاف فیکٹر کے نام سے جانا جاتا ہے۔ اس فیکٹر کی تعریف یوں بیان کی جاسکتی ہے کہ:

$$i = \frac{\text{نارمل مولر کمیت}}{\text{بے قاعدہ مولر کمیت}}$$

$$= \frac{\text{مشاہدہ کی گئی مربوط خصوصیت}}{\text{تحسیب شدہ مربوط خصوصیت}}$$

$$i = \frac{\text{اتحاد/تحلیل کے بعد ذرات کے مولوں کی کل تعداد}}{\text{اتحاد/تحلیل سے پہلے ذرات کے مولوں کی تعداد}}$$

یہاں Abnormal مولر کمیت تجرباتی طور پر متعین کی گئی مولر کمیت ہے اور تحسیب شدہ مربوط خصوصیات کا تعین یہ مان کر کیا جاتا ہے کہ غیر طیران پذیر منحل نہ تو اتحاد کرتا ہے اور نہ ہی تحلیل ہوتا ہے۔ اتحاد کے معاملے میں i کی قدر اکائی سے کم ہوتی ہے جب کہ تحلیل کے معاملے میں یہ اکائی سے زیادہ ہوتی ہے۔ مثال کے طور پر KCl کے آبی محلول کے لیے i کی قدر 2 کے آس پاس ہوتی ہے جب کہ بینزین میں ایتھنائک ایسڈ کے لیے یہ تقریباً 0.5 ہوتی ہے۔

وانٹ ہاف فیکٹر کی شمولیت سے مربوط خصوصیات کے لیے ترمیم شدہ مساواتیں مندرجہ ذیل ہیں۔

محلل کے بخاراتی دباؤ میں نسبتی تخفیف

$$\frac{p_1^{\circ} - p_1}{p_1^{\circ}} = i.\frac{n_2}{n_1}$$

نقطہ جوش میں اضافہ $\Delta T_b = i\,K_b\,m$

نقطہ انجماد میں تخفیف $\Delta T_f = i K_f m$

محلول کا ولوجی دباؤ $\pi = i n_2 R T / V$

جدول 2.4 میں کئی طاقتور الیکٹرولائٹ کے لیے فیکٹر i کی قدریں دی ہوئی ہیں۔ Nacl, KCl اور $MgSO_4$ کے لیے i کی قدر 2 تک پہنچتی ہے کیونکہ محلول زیادہ ڈائی لیوٹ ہے۔ جیسا کہ امید کی جاتی ہے کہ K_2SO_4 کے لیے i کی قدر 3 کے آس پاس ہے۔

جدول 2.4: $NaCl, KCl, MgSO_4$ اور K_2SO_4 کے لیے مختلف ارتکاز پر وانٹ ہاف فیکٹر i کی قدریں

نمک	i کی قدریں*			منحل کی مکمل تحلیل کے لیے وانٹ ہاف فیکٹر i
	0.1 m	0.01 m	0.001 m	
NaCl	1.87	1.94	1.97	2.00
KCl	1.85	1.94	1.98	2.00
$MgSO_4$	1.21	1.53	1.82	2.00
K_2SO_4	2.32	2.70	2.84	3.00

* نامکمل تحلیل کے لیے i کی قدروں کو ظاہر کرتا ہے۔

مثال 2.12

25g بینزین میں گھلا ہوا 2g بیروئک ایسڈ $(C_6H_5\ COOH)$ نقطہ انجماد میں تخفیف کو ظاہر کرتا ہے جو کہ 1.62K کے مساوی ہے۔ بینزین کے لیے molal تخفیفی مستقلہ $4.9 K\ kg\ mol^{-1}$ ہے۔ ایسڈ کی تحلیل کی فیصد معلوم کیجیے اگر یہ محلول میں Dimer کی تشکیل کرتا ہے۔

حل

دی ہوئی مقداریں ہیں: $w_2 = 2$ g; $K_f = 4.9$ K kg mol^{-1}; $w_1 = 25$ g، $\Delta T_f = 1.62$ K

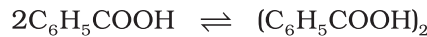
مساوات (2.36) میں ان قدروں کو رکھنے پر ہمیں حاصل ہوتا ہے

$$M_2 \frac{4.9\ K\ kg\ mol^{-1} \times 2\ g \times 1000\ g\ kg^{-1}}{25\ g \times 1.62\ K} = 241.98\ g\ mol^{-1}$$

اس طرح بینزین میں بینزوئک ایسڈ کی تجرباتی مولر کمیت

$=241.98 g mol^{-1}$

اب ایسڈ کے لیے مندرجہ ذیل توازن پر غور کیجیے

$$2C_6H_5COOH \rightleftharpoons (C_6H_5COOH)_2$$

اگر x منحل کی تحلیل کے درجہ کو ظاہر کرتا ہے تو ہمارے پاس بغیر تحلیل ہوئے بینزوئک ایسڈ کے $(1-x)$ مول ہوں گے اور توازن کی حالت میں بینزوئک ایسڈ کے اتحادی مول $\frac{x}{2}$ ہوں گے۔

لہٰذا توازن کی حالت میں ذرات کے مولوں کی کل تعداد ہے

$$1 - x + \frac{x}{2} = 1 - \frac{x}{2}$$

اس طرح توازن کی حالت میں ذرات کے مولوں کی کل تعداد وانٹ ہاف فیکٹر i کے مساوی ہوتا ہے۔ لیکن

2019-20

$$i = \frac{\text{Normal molar mass}}{\text{Abnormal molar mass}}$$

$$= \frac{122 gmol^{-1}}{241.98 gmol^{-1}}$$

یا $\frac{x}{2} = 1 - \frac{122}{241.98} = 1 - 0.504 = 0.496$

یا $x = 2 \times 0.496 = 0.992$

اس طرح بینزین میں بینزونک ایسڈ کے اتحاد کا درجہ 99.2% ہے۔

مثال 2.13 0.6ml ایسیٹک ایسڈ (CH_3COOH) کی کثافت $1.06 gml^{-1}$ ہے۔ اسے 1 لیٹر پانی میں گھولا گیا ہے۔ اس کثافت پر نقطہ انجماد میں تخفیف 0.0205°C نوٹ کی گئی۔ وانٹ ہاف فیکٹر اور ایسڈ کا تحلیلی مستقلہ معلوم کیجیے۔

حل ایسیٹک ایسڈ کے مولوں کی تعداد $= \frac{0.6 ml \times 1.06 gml^{-1}}{60 gmol^{-1}}$

$= 0.106 \text{ mol} = n$

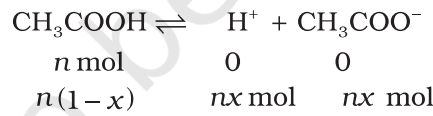
$$\text{Molality} = \frac{0.0106 mol}{1000 ml \times 1g\, mL^{-1}} = 0.0106 mol kg^{-1}$$

مساوات (2.35) کا استعمال کر کے

$$\Delta T_f = 1.86 K\, Kg\, mol^{-1}\ x\ 0.01 mol\, kg^{-1} = 0.0197\, K$$

وانٹ ہاف فیکٹر $(i) = \frac{\text{مشاہدہ کیا گیا نقطہ انجماد}}{\text{تحسیب شدہ نقطہ انجماد}} = \frac{0.0205 K}{0.0197 K} = 1.041$

ایسٹیک ایسڈ ایک کمزور الیکٹرو لائٹ ہے اور یہ دو آینوں میں تحلیل ہو جائے گا: ایسٹیٹ اور ہائڈروجن آین ایسٹیک ایسڈ کا فی سالمہ اگر ایسٹیک ایسڈ کی تحلیل کا درجہ x ہے تب ہمارے پاس ایسٹیک ایسڈ کے غیر اتحادی مولوں کی تعداد $n(1-x)$، CH_3COO^- کے nx مول اور H^+ آینوں کے مولوں کی تعداد nx ہو گی۔

$$\begin{array}{ccc} CH_3COOH & \rightleftharpoons & H^+ + CH_3COO^- \\ n\ mol & & 0 \quad\quad 0 \\ n(1-x) & & nx\ mol \quad nx\ mol \end{array}$$

اس طرح ذرات کے مولوں کی کل تعداد $n(1 - x + x + x) = n(1 + x)$

$$i = \frac{n(1+x)}{n} = 1 + x = 1.041$$

اس طرح ایسیٹک ایسڈ کی تحلیل کا درجہ $x = 1.041 - 1.000 = 0.041$

تب $[CH_3COOH] = n(1 - x) = 0.0106 (1 - 0.041)$

$[CH_3COO^-] = nx = 0.0106 \times 0.041$ $[H^+] = nx = 0.0106 \times 0.041$

$$K_a = \frac{[CH_3COO^-][H^+]}{[CH_3COOH]} = \frac{0.0106 \times 0.041 \times 0.0106 \times 0.041}{0.0106\ (1.00 - 0.041)}$$

$$= 1.86 \times 10^{-5}$$

خلاصہ

محلول دو یا دو سے زیادہ اشیاء کا متجانس آمیزہ ہے۔محلولوں کی درجہ بندی ٹھوس، رقیق اور گیس محلول کے تحت کی جاتی ہے۔محلول کے ارتکاز کو مول کسر (Mole Fraciton)، مولاریت (Molarity)، Molalityاور فیصدی میں ظاہر کیا جاتا ہے رقیق میں گیس کی تحلیل ہینری کے کلیہ (Henry's Law) کے مطابق ہوتی ہے۔اس کلیہ کے مطابق کسی دیے ہوئے درجہ حرارت پر رقیق میں گیس کی حل پذیری گیس کے جزوی دباؤ (Partical Pressure) کے سیدھے تناسب میں ہوتی ہے۔محلول میں غیر طیران پذیر (Non-Volatile) منحل کی موجودگی کی وجہ سے محلل (Solvent) کا بخاراتی دباؤ (Vapour Pressure) کم ہوجاتا ہے اور بخاراتی دباؤ میں یہ تخفیف راؤلٹ کے کلیہ کے مطابق ہوتی ہے۔اس کلیہ کا بیان ہے کہ محلول کے اوپر محلل کے بخاراتی دباؤ میں نسبتی تخفیف محلول میں موجود غیر طیران پذیر منحل کی مول کسر کے مساوی ہوتی ہے۔تاہم بائنری رقیق محلول میں، اگر محلول کے دونوں اجزا طیران پذیر ہیں تو راؤلٹ کے کلیہ کی دوسری شکل کا استعمال کیا جاتا ہے۔ریاضیاتی طور پر راؤلٹ کے کلیہ کی اس شکل کو اس طرح بیان کیا جاتا ہے کہ $p_{total} = p_1^0 x_1 + p_2^0 x_2$ وہ محلول جو ارتکاز کی مکمل رینج میں راؤلٹ کے کلیہ کا اتباع کرتے ہیں مثالی محلول (Ideal Solution) کہلاتے ہیں۔راؤلٹ کے کلیہ سے دو طرح کے انحراف کا مشاہدہ کیا گیا ہے جنھیں مثبت اور منفی انحراف کہتے ہیں۔راؤلٹ کے کلیہ سے بہت زیادہ انحراف کے نتیجے میں ایزیو ٹراپس (azeotropes) حاصل ہوتے ہیں۔

محلولوں کی وہ خصوصیات جو کہ منحل کے ذرات کی تعداد پر منحصر ہوتی ہیں اور ان کی کیمیائی شناخت سے مبرا ہوتی ہیں مربوط خصوصیات (Colligative Properties) کہلاتی ہیں۔یہ خصوصیات ہیں: بخاراتی دباؤ میں تخفیف، نقطہ جوش میں اضافہ، نقطہ انجماد اور ولوجی دباؤ (Osmotic Pressure) میں تخفیف۔آسموسس کے عمل کو رجعتی بنایا جاسکتا ہے اگر محلول پر اس کے ولوجی دباؤ سے زیادہ کا دباؤ لگا دیا جائے۔مربوط خصوصیات کا استعمال منحلوں کی مولر کمیت کا تعین کرنے کے لیے کیا جاتا ہے۔وہ منحل جو کہ محلول میں تحلیل ہوجاتے ہیں ان کی مولر کمیت حقیقی مولر کمیت سے کم ہوتی ہے اور وہ منحل جو محلول میں متحد ہوتے ہیں وہ حقیقی مولر کمیت سے زیادہ مولر کمیت کا اظہار کرتے ہیں۔

مقداری اعتبار سے، جس حد تک منحل متحد یا تحلیل ہوتا ہے اسے وانٹ ہاف فیکٹر i سے ظاہر کیا جاتا ہے۔اس کی تعریف نارمل مولر کمیت کی تجرباتی طور پر متعین کی گئی مولر کمیت سے نسبت یا مشاہدہ کی گئی مربوط خصوصیت کی تحسیب شدہ مربوط خصوصیت سے نسبت کے طور پر بیان کی جاتی ہے۔

مشقیں

2.1 اصطلاح محلول کی تعریف بیان کیجیے۔محلول کی کتنی قسمیں ہیں۔ہر ایک قسم کے بارے میں مختصراً بیان کیجیے۔مثال بھی دیجیے۔

2.2 فرض کیجیے کہ ایک ٹھوس محلول کو دو اشیا سے بنایا گیا ہے جس میں سے ایک شے کے ذرات بہت بڑے ہیں اور دوسرے شے کے ذرات بہت چھوٹے ہیں۔یہ کس قسم کا محلول ہوسکتا ہے؟

2.3 مندرجہ ذیل اصطلاحات کی تعریف بیان کیجیے۔

(i) مول کسر (ii) مولالیت (iii) مولاریت (iv) کمیت فیصدی

2.4 تجربہ گاہ میں استعمال کے لیے مرتکز نائٹرک ایسڈ آبی محلول میں کمیت کے اعتبار سے 68% نائٹرک ایسڈ ہے۔ایسڈ کے اس قسم کے نمونے کی مولاریت کیا ہوگی اگر محلول کی کثافت $1.504\ g\ mL^{-1}$ ہے۔

2.5 پانی میں گلوکوز کا محلول 10%w/w ہے۔ محلول میں ہر ایک جزو کی Molality اور مول کسر معلوم کیجیے۔ اگر محلول کی کثافت $1.2 gmL^{-1}$ ہے تو محلول کی مولاریت معلوم کیجیے۔

2.6 Na_2CO_3 اور $NaHCO_3$ کے 1 گرام آمیزہ سے مکمل طور پر تعامل کرنے کے لیے 0.1 M HCl کے کتنے mL درکار ہوں گے۔ آمیزہ کے دونوں اجزاء کی مولاریت مساوی ہے۔

2.7 ایک محلول کمیت کے اعتبار سے 25% محلول کے 300g اور 40% محلول کے 400 گرام کی آمیزش کر کے بنایا گیا ہے۔ بننے والے محلول کی کمیت فیصدی معلوم کیجیے۔

2.8 ایک مانع منجمد محلول 222.6 گرام ایتھائلین گلائکول ($C_2H_6O_2$) اور 200 گرام پانی سے بنایا گیا ہے۔ محلول کی Molality معلوم کیجیے۔ اگر محلول کی کثافت $1.072 gmL^{-1}$ ہے تو محلول کی مولاریت معلوم کیجیے۔

2.9 پانی کے ایک سمپل میں یہ دیکھا گیا ہے کہ اس میں کلوروفارم (CH_3Cl_3) کی ملاوٹ ہے جو کہ سرطان کا باعث (Carcinogen) ہے۔ ملاوٹ کی سطح 15ppm (کمیت کے اعتبار سے) ہے۔

(i) اسے کمیت کے اعتبار سے فیصدی میں ظاہر کیجیے۔

(ii) پانی کے سیمپل میں کلوروفارم کی Molality معلوم کیجیے۔

2.10 پانی اور الکحل کے محلول میں سالماتی باہمی عمل (Moleculer Inter action) کا کیا رول ہے؟

2.11 جب درجۂ حرارت میں اضافہ ہوتا ہے تو گیسوں کے رقیق میں گھلنے کا رجحان ہمیشہ کم کیوں ہوجاتا ہے؟

2.12 ہنیری کا کلیہ بیان کیجیے اور اس کے کچھ اہم استعمال بھی لکھیے۔

2.13 $6.56\times10^{-3}g$ ایتھین پر مشتمل محلول پر ایتھین کا جزوی دباؤ Ibar ہے۔ اگر محلول میں 5.00×10^{-2} ایتھین ہے تو گیس کا جزوی دباؤ کیا ہوگا؟

2.14 راؤلٹ کے کلیہ سے مثبت انحراف اور منفی انحراف سے کیا مراد ہے اور علامت $\Delta_{mix}H$ راؤلٹ کے کلیہ سے مثبت اور منفی انحراف سے کس طرح متعلق ہے؟

2.15 2% غیر طیران پذیر منحل کا آبی محلول محلل کے نارمل نقطہ جوش پر 1.004 bar دباؤ ڈالتا ہے۔ منحل کی مولر کمیت معلوم کیجیے۔

2.16 Heptane اور Octane ایک مثالی محلول کی تشکیل کرتے ہیں 373K پر دونوں رقیق اجزا کے بخاراتی دباؤ بالترتیب 105.2 kpa اور 46.8kpa ہے۔ 26.0g ہیپٹین اور 35g آکٹین کے آمیزہ کا بخاراتی دباؤ کیا ہوگا؟

2.17 300k پر پانی کا بخاراتی دباؤ 12.3 kpa ہے۔ غیر طیران پذیر منحل والے 1 مولل محلول کا بخاراتی دباؤ معلوم کیجیے۔

2.18 اس غیر طیران پذیر منحل (مولر کمیت $40 gmol^{-1}$) کی کمیت معلوم کیجیے جسے 114 g آکٹین میں گھولنے پر اس کا بخاراتی دباؤ 80% تک کم ہوجائے۔

2.19 ایک محلول قطعی طور پر 90g پانی میں 30g غیر طیران پذیر منحل پر مشتمل ہے اس کا بخاراتی دباؤ 298K پر 2.8kpa ہے۔ مزید یہ کہ اس میں 18g پانی ملانے پر اس کا بخاراتی دباؤ 298k پر 2.9kpa ہوجاتا ہے۔ معلوم کیجیے

(i) منحل کی مولر کمیت (ii) 298k پر پانی کا بخاراتی دباؤ

2.20 پانی میں چینی 5% محلول (کمیت کے اعتبار سے) کا نقطہ انجماد 271K ہے۔ پانی 5% گلوکوز کا نقطہ انجماد معلوم کیجیے اگر خالص پانی کا نقطہ انجماد 273.15k ہے۔

2.21 دو عناصر A اور B مرکبات تشکیل دیتے ہیں جن کے فارمولے AB_2 اور AB_4 ہیں۔ جب 20g بینزین (C_6H_6) میں گھولا جاتا ہے تو 1g AB_2 کا نقطہ انجماد 2.3K کم کر دیتا ہے۔ جبکہ 1.0g AB_4 کا نقطہ انجماد کو 1.3K کم کر دیتا ہے۔ بینزین کے لیے مولر تخفیفی مستقلہ $5.1k\ Kg\ mol^{-1}$ ہے۔ A اور B کی ایٹمی کمیتیں معلوم کیجیے۔

2.22 300K پر، 1 لیٹر محلول میں 36g گلوکوز موجود ہے۔ محلول کا ولوجی دباؤ اس درجہ حرارت پر 1.52bar ہے۔ اس کا ارتکاز کیا ہوگا؟

2.23 مندرجہ ذیل جوڑوں میں اہم ترین بین سالماتی کشش باہمی عمل تجویز کیجئے
(i) n ہیکسین اور n- آکٹین
(ii) I_2 اور CCl_4
(iii) $NaClO_4$ اور پانی
(iv) میتھنال اور ایسیٹون
(v) ایسیٹو نائٹرائل (CH_3CN) اور ایسیٹون (C_3H_6O)

2.24 محل محلل باہمی عمل کی بنیاد پر مندرجہ ذیل کو n آکٹین میں حل پذیری کی بڑھتی ہوئی ترتیب میں لکھیے اور تشریح کیجیے۔ سائیکلوہیکسین CH_3CN, CH_3OH, KCl

2.25 مندرجہ ذیل میں سے ان مرکبات کی شناخت کیجیے جو پانی میں غیر حل پذیر ہیں، جزوی طور پر حل پذیر ہیں اور بہت زیادہ حل پذیر ہیں۔
(i) فینال (ii) ٹولوئین (iii) فارمک ایسڈ
(iv) ایتھائلین گلائکول (v) کلوروفارم (vi) پینٹانول (Pentanol)

2.26 ایک جھیل کے پانی کی کثافت $1.25 gmL^{-1}$ ہے اور اس میں فی کلوگرام پانی 92 گرام Na^+ آئینوں پر مشتمل ہے۔ جھیل میں Na^+ آئینوں کی molality معلوم کیجیے۔

2.27 اگر CuS کا حل پذیر خاص ضرب (Solublity Product) 6×10^{-16} ہے تو آبی محلول میں CuS کی زیادہ سے زیادہ مولاریت معلوم کیجیے۔

2.28 ایسیٹو نائٹرائل (CH_3CN) میں ایسپرن $(C_9H_8O_4)$ کی کمیت فیصدی معلوم کیجئے۔ جب 450 گرام CH_3CN میں 6.5 گرام $C_9H_8O_4$ کھولا گیا ہے۔

2.29 نیلورفین $(C_{19}H_{21}NO_3)$ جو کہ مارفین کی طرح ہی ہے اس کا استعمال منشیات کا استعمال کرنے والے افراد میں منشیات کا استعمال نہ کرنے کی صورت میں پیدا ہونے والی علامات سے لڑنے کے لیے کیا جاتا ہے۔ عام طور سے نیلورفین کی 1.5mg خوراک ہی دی جاتی ہے۔ مذکورہ بالا خوراک کے لیے درکار $1.5 \times 10^{-3}m$ آبی محلول کی کمیت معلوم کیجیے۔

2.30 میتھنال میں 0.15M کا 250ML محلول بنانے کے لیے درکار بینزوئک ایسڈ (C_6H_5COOH) کی مقدار معلوم کیجیے۔

2.31 پانی کے نقطہ انجماد میں تخفیف کا مشاہدہ اسی مقدار کے ایسیٹک ایسڈ، ٹرائی کلوراایسٹک ایسڈ کے لیے کیا گیا جس کی بڑھتی ہوئی ترتیب وہی ہے جیسا کہ اوپر دیا گیا ہے۔ وضاحت کیجیے۔

2.32 پانی کے نقطہ انجماد میں تخفیف معلوم کیجیے جب $CH_3CH_2CHClCOOH$ کے 10 گرام کو 250 گرام پانی میں ملایا جاتا ہے۔ $K_f = 1.86 \ K \ kg \ mol^{-1}$، $K_a = 1.4 \times 10^{-3}$

2.33 19.5 گرام CH_2FCOOH کو 500 گرام پانی میں گھولا گیا ہے۔ پانی کے نقطہ انجماد میں تخفیف 1.0°C نوٹ کی گئی۔ فلوروایسٹیک ایسڈ کے لیے وانٹ ہاف فیکٹر اور تحلیلی مستقلہ معلوم کیجیے۔

2.34 293K پر پانی کا بخاراتی دباؤ 17.535 mm Hg ہے۔ جب 450g پانی میں 25g گلوکوز گھولا جاتا ہے تو 293K پر پانی کا بخاراتی دباؤ معلوم کیجیے۔

2.35 298K پر بینزین میں میتھین کی molality کے لیے ہینری کے کلیہ کا مستقلہ $4.27 \times 10^5 mmHg$ ہے۔ 760 mmHg کے تحت 298K پر بینزین میں میتھین کی حل پذیر کا حساب لگائیے۔

2.36 100 گرام رقیق A (مولر کمیت $140 \ g \ mol^{-1}$) کو 1000 گرام رقیق B (مولر کمیت $80 \ g \ mol^{-1}$) میں گھولا گیا ہے۔ خالص رقیق B کا بخاراتی دباؤ 500 Torr ہے۔ خالص رقیق A کا بخاراتی دباؤ اور محلول میں اس کا بخاراتی دباؤ معلوم کیجیے اگر محلول کا کل بخاراتی دباؤ 475 Torr ہے۔

328K پر خالص ایسٹیون اور کلوروفارم کے بخاراتی دباؤ بالترتیب 74.8 mm Hg اور 632.8 mm Hg ہیں۔ فرض کیجیے کہ یہ

ترکیب کی مکمل رینج میں مثالی محلول بناتے ہیں ایسی ٹون کے تفاعل کے طور پر pchlorofrom, ploto اور pacetone کا گراف بنائیے۔ مختلف ترکیبوں کے لیے مشاہدہ کیے گیے تجرباتی اعداد و شمار درج ذیل ہیں۔

100 x xacetone	0	11.8	23.4	36.0	50.8	58.2	64.5	72.1
pacetone /mm Hg	0	54.9	110.1	202.4	322.7	405.9	454.1	521.1
pchloroform /mm Hg	632.8	548.1	469.4	359.7	257.7	193.6	161.2	120.7

اس اعداد و شمار کو بھی اسی گراف پیپر پر پلاٹ کیجیے۔ ظاہر کیجیے کہ یہ مثالی محلول سے مثبت انحراف ہے یا منفی انحراف۔

2.38 بینزین اور ٹولوئین ترکیب کی مکمل رینج میں ایک مثالی محلول بناتی ہیں۔ 300 *K* پر خالص بینزین اور ٹولوین کے بخاراتی دباؤ بالترتیب 50.71 mm Hg اور 32.06 mm Hg ہیں۔ بخاراتی فیز میں بینزین کی مول کسر معلوم کیجیے اگر 80g بینزین کو 100g ٹولوین میں ملایا جاتا ہے۔

2.39 ہوا متعدد گیسوں کا آمیزہ ہے۔ ہوا کے اہم اجزا آکسیجن اور نائٹروجن ہیں جو 98 *K* پر حجم کے اعتبار سے تقریباً 20% سے 79% تک ہیں۔ 10atm دباؤ پر پانی ہوا کے ساتھ توازنی حالت میں ہے۔ 298 *K* پر اگر آکسیجن اور نائٹروجن کے لیے ہینری کے کلیہ کے مستقلے بالترتیب 3.30×10^7 mm اور 6.5×10^7 mm ہوں تو پانی میں ان گیسوں کی ترکیب کا حساب لگائیے۔

2.40 2.5 لیٹر پانی میں حل شدہ $CaCl_2$ $(i = 2.47)$ کی مقدار کا تعین کیجیے 27°C پر ولوجی دباؤ 0.75 atm ہے۔

2.41 25°C پر 2 لیٹر پانی میں 25 ملی گرام K_2SO_4 کو گھول کر محلول بنایا گیا ہے۔ اس محلول کا ولوجی دباؤ معلوم کیجیے۔ فرض کیجیے کہ یہ مکمل طور پر تحلیل ہو جاتا ہے۔

متن پر مبنی کچھ سوالوں کے جوابات

2.1 C6H6 = 15.28%, CCl4 = 84.72%

2.2 0.459, 0.541

2.3 0.024 M, 0.03 M

2.4 36.946 g

2.5 1.5 mol kg–1 , 1.45 mol L–1 0.0263

2.9 23.4 mm Hg

2.10 121.67 g

2.11 5.077 g

2.12 30.96 Pa